

Skripsi_Arjun Saputra Paturahman_3332210048-1

by Turnitin User

Submission date: 24-Jul-2025 11:19AM (UTC+0200)

Submission ID: 2716352637

File name: Skripsi_Arjun_Saputra_Paturahman_3332210048-1.pdf (3.29M)

Word count: 27161

Character count: 120678

**ANALISIS PENEMPATAN PLTS SEBAGAI *DISTRIBUTED*
GENERATION DAN PENAMBAHAN *FEEDER* DALAM
MENGOPTIMALKAN TEGANGAN DAN MENURUNKAN
LOSSES PENYULANG PANIMBANG**

1
SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



Disusun oleh:

ARJUN SAPUTRA PATURAHMAN

3332210048

1
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

2025

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Analisis Penempatan PLTS sebagai *Distributed Generation* dan Penambahan *Feeder* dalam Mengoptimalkan Tegangan dan Menurunkan *Losses* Penyulang Panimbang

Nama Mahasiswa : ARJUN SAPUTRA PATURAHMAN

NPM : 33322210048

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 10 Juni 2025

Materai 10.000

ARJUN SAPUTRA PATURAHMAN
3332180022

1
HALAMAN PENGESAHAN

Dengan ini ditetapkan bahwa Skripsi berikut :

Judul : Analisis Penempatan PLTS sebagai *Distributed Generation* dan Penambahan *Feeder* dalam Mengoptimalkan Tegangan dan Menurunkan *Losses* Penyulang Panimbang

Nama Mahasiswa : ARJUN SAPUTRA PATURAHMAN

1
NPM : 3332210048

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Telah diuji dan dipertahankan pada tanggal melalui Sidang Skripsi di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon dan dinyatakan **LULUS.**

Dewan Penguji

Tanda Tangan

Pembimbing I : HM. Hartono, S.T., M.T.

Pembimbing II : Adi Nugraha, S.Pd., M.T.

1
Penguji I : Dr.Eng. Rocky Alfan, S.T., M.Sc.

1
Penguji II : Felycia, S.T., M.T.

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Eng. Rocky Alfan, S.T., M.Sc.
NIP.198103282010121001

Puji syukur kepada Allah SWT, atas limpahan nikmat serta karunia-Nya sesampainya peneliti bisa menuntaskan skripsi ini. Penilit menyusun skripsi ini pada rangka mencukupi suatu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penulis mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan bisa diselesaikan tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Rocky Alfanz, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
2. Bapak HM. Hartono S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Skripsi yang telah membantu serta memberikan arahan, saran dan bimbingan kepada penulis selama proses menyelesaikan Skripsi.
3. Bapak Adi Nugraha, S.Pd., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Skripsi yang telah membantu serta memberikan arahan, saran dan bimbingan kepada penulis selama proses menyelesaikan Skripsi.
4. Bapak Rian Fahrizal, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh dosen dan staf akademik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan ilmu serta pendidikan yang bermanfaat.
6. Ayahanda dan ibunda, yang tidak henti-hentinya memberikan semangat, doa dan selalu memotivasi penulis dalam penulisan skripsi ini.
7. Terima kasih kepada RIZQI NUR FAUZIYYAH, dia adalah seorang wanita cantik yang selalu mensupport saya dalam mengerjakan tugas akhir.
8. Terima kasih kepada temen temen saya, ada ugi seorang bapak kos, saif aditya the mother of XXI, ketua mafia kita nufail, temen kamar saya mamuik dan call out seluruh keluarga elektro 21 serta bos kimia anjenny.

Penulis menyampaikan permohonan maaf yang tulus jika terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca secara umum.

Cilegon, 10 Juni 2025

ARJUN SAPUTRA PATURAHMAN

ABSTRAK

ARJUN SAPUTRA PATURAHMAN
Teknik Elektro

ANALISIS PENEMPATAN PLTS SEBAGAI DISTRIBUTED GENERATION DAN PENAMBAHAN FEEDER DALAM MENGOPTIMALKAN TEGANGAN DAN MENURUNKAN LOSSES PENYULANG PANIMBANG

Penyulang Panimbang merupakan jaringan distribusi listrik yang memiliki karakteristik beban besar dan panjang saluran, sehingga sering mengalami penurunan tegangan (drop voltage) dan rugi-rugi daya (losses) yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dua metode optimasi, yaitu penempatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai Distributed Generation (DG) dan penambahan feeder, dalam mengoptimalkan tegangan serta menurunkan losses pada penyulang tersebut. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak ETAP berdasarkan data jaringan aktual dari UP3 Banten Selatan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penempatan empat unit PLTS secara strategis pada bus 1355, 1204, 1270, dan 1337 mampu meningkatkan rata-rata tegangan menjadi 19,45 kV dan menurunkan losses hingga 76,07%. Sementara itu, metode penambahan feeder melalui jaringan paralel berhasil meningkatkan rata-rata tegangan menjadi 19,46 kV dan menurunkan losses sebesar 62,22%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode Distributed Generation lebih efektif dalam menurunkan losses, sedangkan metode penambahan feeder lebih unggul dalam menjaga kestabilan tegangan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem distribusi tenaga listrik yang lebih efisien, andal, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Distributed Generation, PLTS, Penambahan Feeder, Drop Tegangan, Losses, ETAP

ABSTRACT

ARJUN SAPUTRA PATURAHMAN
Teknik Elektro

ANALYSIS OF SOLAR POWER PLANT (PLTS) PLACEMENT AS DISTRIBUTED GENERATION AND FEEDER ADDITION TO OPTIMIZE VOLTAGE AND REDUCE LOSSES ON THE PANIMBANG FEEDER

The Panimbang feeder is a power distribution network characterized by high load demand and long transmission lines, which often result in significant voltage drops and power losses. This study aims to analyze two optimization methods: the placement of Solar Power Plants (PLTS) as Distributed Generation (DG) and the addition of feeders, in order to optimize voltage levels and reduce losses on the feeder. Simulations were conducted using ETAP software based on actual network data from UP3 Banten Selatan. The results show that the strategic placement of four PLTS units at buses 1355, 1204, 1270, and 1337 increased the average voltage to 19.45 kV and reduced losses by up to 76.07%. Meanwhile, the feeder addition method, implemented through parallel networks, increased the average voltage to 19.46 kV and reduced losses by 62.22%. It can be concluded that the Distributed Generation method is more effective in minimizing power losses, while the feeder addition method provides better voltage stability. This research is expected to serve as a reference for the development of more efficient, reliable, and sustainable electrical distribution systems.

Keywords: Distributed Generation, PLTS, Feeder Addition, Voltage Drop, Losses, ETAP

DAFTAR ISI

1	LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
	HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
	PRAKATA	iv
	ABSTRAK	vi
	ABSTRACT.....	vii
	DAFTAR ISI.....	viii
	DAFTAR GAMBAR.....	x
	DAFTAR TABEL.....	xi
	BAB I PENDAHULUAN.....	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Rumusan Masalah.....	3
	1.3 Tujuan Penelitian	2
	1.4 Manfaat Penelitian	2
	1.5 Batasan Masalah	2
	1.6 Sistematika Penulisan	3
	BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
	2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
	2.1.1 Gardu Induk	7
	2.1.2 Jaringan Distribusi	7
	2.1.3 Transformator Distribusi	8
	2.2 Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan	9
	2.3 <i>Distributed Generation</i>	12
	2.4 Penyulang atau Penghantar	13
	2.5 ETAP.....	13
	2.6 Kajian Pustaka	14
51	BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
	3.1 Alur Penelitian	17
	3.2 Instrument Penelitian	18
	3.3 Metode Penelitian	18
	3.4 Spesifikasi PLTS	19

3.5 Profil Penyulang Panimbang.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Profil Penyulang Panimbang	27
4.2 Metode Distributed Generation.....	29
4.3 Metode Penambahan Jaringan Paralel	38
4.4 Metode <i>Distributed Generation</i> dan Penambahan <i>Feeder</i>	41
4.5 Analisis Perbandingan Metode Distributed Generation dengan Metode Penambahan Jaringan Distribusi.....	49
BAB V PENUTUP.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Distribusi Listrik.....	6
Gambar 2.2 Gardu Induk Menes	7
Gambar 2.3 Sistem Jaringan Distribusi	8
Gambar 2.4 Trafo Distribusi	9
Gambar 2.5 Segitiga Daya	9
Gambar 2.6 PLTS (<i>solarcell</i>)	12
Gambar 3.1 Diagram Alir	17
Gambar 4.1.A Penyulang Panimbang Bagian 1	27
Gambar 4.1.B Penyulang Panimbang Bagian 1	27
Gambar 4.1.C Penyulang Panimbang Bagian 1	28
Gambar 4.2 <i>Input</i> dan <i>Output</i> Sehari-Hari	30
Gambar 4.3 Rasio Kerja	31
Gambar 4.4 Distribusi Daya Keluaran	31
Gambar 4.5 Perbandingan Antara Suhu dengan <i>Irradiance</i>	32
Gambar 4.6 Penambahan Antara Tanpa Optimasi dengan DG	37
Gambar 4.7 Penurunan <i>Losses</i> Metode DG	38
Gambar 4.8 Perbandingan Antara Optimasi dengan Penambahan Feeder	39
Gambar 4.9 Penurunan <i>Losses</i> Metode Paralel.....	41
Gambar 4.10 Perbandingan Antara Tanpa Optimasi dengan Penambahan Feeder dan DG	49
Gambar 4.11 Perbandingan Penurunan <i>Losses</i>	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spresifikasi PLTS	19
Tabel 3.2 Profil Penyulang Panimbang	20
Tabel 4.1 Pengujian <i>Load Flow</i> tanpa Optimasi	29
Tabel 4.2 Pengujian <i>Load Flow</i> dengan Satu PLTS	33
Tabel 4.3 Pengujian <i>Load Flow</i> dengan Dua PLTS	34
Tabel 4.4 Pengujian <i>Load Flow</i> dengan Tiga PLTS	35
Tabel 4.5 Pengujian <i>Load Flow</i> dengan Empat PLTS	36
Tabel 4.6 Pengujian <i>Load Flow</i> dengan Penambahan <i>Feeder</i>	40
Tabel 4.7 Selisih Tegangan Penyulang Panimbang dengan Metode DG dan Penambahan <i>Feeder</i>	42
Tabel 4.8 Pengujian <i>Load Flow</i> dengan Metode <i>Distributed Generation</i> dan Penambahan <i>Feeder</i>	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan distribusi dibagi menjadi distribusi primer (20kV) dan distribusi sekunder (380/20kV)[1]. Adapun yang mempengaruhi sistem penyaluran daya listrik pada saluran udara tegangan menengah yaitu kondisi lingkungan untuk gangguan eksternal dan resistansi, induktansi dan kapasitansi untuk gangguan internal[2]. Suatu sistem distribusi tenaga listrik untuk dapat memenuhi syarat dasar kebutuhan layanan kepada konsumen dan memberikan suplai daya yang tinggi dan sistem dapat secara efektif. Parameter yang diperhatikan dalam sistem jaringan distribusi yaitu tegangan dan rugi-rugi daya[3]. Pada jaringan distribusi terdapat empat parameter yang mempengaruhi kemampuan untuk berfungsi sebagai bagian dari sistem tenaga seperti, resistansi, induktansi, kapasitansi dan konduktansi[4].

Turunan tegangan atau *drop voltage* sering terjadi pada sistem jaringan distribusi. *Drop voltage* biasanya terjadi pada penyulang yang memiliki beban yang besar atau jaringan distribusi yang panjang atau keduanya. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan sepanjang jaringan tenaga listrik berbanding lurus dengan luas penampang penghantar yang digunakan pada saluran atau jaringan tersebut. *Drop voltage* dapat dikatakan sebagai selisih antara tegangan pada ujung pengirim dengan tegangan pada ujung penerima. *Drop voltage* biasanya terjadi pada ujung penyulang[5].

Salah satu kerugian pada jaringan distribusi yaitu susut atau *losses*. Masalah teknis pada susut yaitu disebabkan oleh kualitas daya hantar listrik. Semakin baik kualitas daya yang dialiri maka, semakin rendah kondisi susut akan terjadi. Artinya semakin baik arus atau tegangan yang dihantar maka akan terhindar dari susut. Masalah non teknis pada susut yaitu disebabkan oleh pohon atau bangunan yang tidak sesuai dengan standarisasi PLN, hal tersebut dapat menjadi salah satu faktor kerusakan yang akhirnya membuat kerugian pada PLN[6]. Penyebab susut yang bersifat teknis pada jaringan distribusi yaitu disebabkan oleh adanya kandungan tahanan dalam penghantar yang bersifat permanen. Penghantar yang ideal

seharusnya tidak memiliki tahanan, namun pada kenyataannya setiap benda pasti memiliki tahanan terhadap listrik[7].

Kegagalan jaringan distribusi listrik dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti cuaca buruk, kecelakaan, kerusakan peralatan dan banyak lagi[8]. PLN mengalami kerugian akibat terjadinya *losses* tersebut. Dengan meningkatnya beban, besarnya rugi-rugi dan jatuh tegangan oleh adanya tahanan pada penghantar maka semakin meningkat. Jatuh tegangan terjadi dikarenakan adanya jarak yang cukup jauh antara pelanggan dengan gardu distribusi sehingga terjadi kenaikan rugi-rugi daya secara signifikan. Rugi-rugi daya berbanding lurus dengan tahanan penghantar dan kuadrat arus beban. Rugi-rugi daya juga dapat disebabkan oleh non teknis[9]. Ada beberapa cara untuk menekan nilai tegangan jatuh dan rugi-rugi daya seperti membuat generator baru atau *Distributed Generation*, pengaturan tap trafo, instalasi auto voltage regulator, instalasi kapasitor dan pergantian jenis kabel atau penghantar serta penambahan kapasitor bank[10].

Panjang saluran distribusi tenaga listrik dapat mempengaruhi profil tegangan dan rugi-rugi daya dalam jaringan distribusi. *Distributed Generation* (DG) dengan kapasitas kecil dan tegangan normal rendah dapat menjadi salah satu alternatif dalam membangkitkan energi listrik yang dapat meningkatkan profil tegangan dan mereduksi rugi-rugi daya sistem akibat panjang saluran jaringan distribusi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pemasangan PLTS-DG pada bus 90 di akhir penyulang Sheraton dapat memperbaiki profil tegangan menjadi 0,9552 p.u memenuhi batas margin yang diizinkan, sedangkan rugi-rugi daya pada penyulang tersebut dapat direduksi dari 3,278 MW dan 19,364 Mvar menjadi 3,245 MW dan 19,292 Mvar[11]. Jarak yang jauh pada jaringan distribusi akan mengakibatkan rugi rugi daya, hal tersebut dikarenakan pada saat penyaluran aliran daya dari pembangkit ke konsumen akan terjadi rugi-rugi daya dan drop tegangan, oleh karena itu dengan pemasangan PLTS dapat menjadi solusi untuk mengurangi rugi-rugi daya dan jatuh tegangan tersebut. Pada sistem distribusi Ampenan terdapat beberapa kondisi yang mengalami penurunan tegangan pada bus. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan integrasi dengan PLTS agar memperbaiki tegangan yang turun dan meminimalisir rugi-rugi daya. Dari hasil simulasi setelah pemasangan PLTS menghasilkan rugi-

rugi daya aktif serta meningkatkan tegangan pada jaringan distribusi Ampenan[12]. Pada penyulang Geliting di Maumere, mengalami drop tegangan akibat saluran distribusi yang panjang, sehingga diintegrasikan dengan PLTS agar membantu meningkatkan kestabilan tegangan pada saluran distribusi tersebut[13]. Kualitas tenaga listrik yang diterima oleh pelanggan sangat dipengaruhi oleh kondisi jaringan distribusi. Rekonfigurasi dapat merubah parameter saluran distribusi, seperti impedansi dan arus penyulang. Akibat perubahan kedua parameter tersebut, dapat merubah rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang, keseimbangan arus fasa dan keseimbangan arus penyulang serta arus hubung singkat pada sisi ujung penyulang. Kondisi jaringan distribusi yang tidak optimal akan mengakibatkan pelayanan yang kurang efektif pada PLN Sungai Rumbai[14]. Jatuh tegangan pada jaringan distribusi berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang[15]. Dengan menggunakan aplikasi ETAP dapat mengetahui studi optimasi mana yang dapat menekan nilai jatuh tegangan dan rugi-rugi daya pada penyulang atau sistem distribusi[16].

Dalam penelitian ini, drop tegangan pada penyulang panimbang sekitar 5-6 kV dan pada ujung penyulang panimbang tegangannya hanya 14,12 kV yang tidak sesuai SPLN. Untuk mengoptimalkan tegangan, penyulang Panimbang dihubungkan dengan Distributed Generation berupa PLTS dan dilakukan rekonfigurasi penyulang Panimbang dengan menambahkan feeder pada penyulang Panimbang. Untuk mensimulasikan metode optimasi Distributed Generation dan rekonfigurasi penyulang Panimbang, dilakukan dengan menggunakan aplikasi ETAP. Dengan aplikasi ETAP dilakukan analisis Load Flow untuk mengetahui apakah metode yang digunakan mampu mengoptimalkan tegangan pada penyulang Panimbang.

1

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dibuat di atas, rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana mengoptimalkan tegangan pada ujung penyulang dan mengurangi rugi-rugi daya pada penyulang dengan menggunakan studi optimasi penempatan PLTS sebagai *distributed generation* dan penambahan *feeder* pada penyulang?
2. Bagaimana efektifitas PLTS sebagai *distributed generation* dan penambahan *feeder* dalam mengoptimalkan tegangan pada ujung penyulang dan mengurangi rugi-rugi daya pada penyulang tersebut?

34

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini, berikut adalah tujuan pada penelitian tersebut.

1. Menganalisis optimasi tegangan ujung pada penyulang dan mengurangi rugi-rugi daya pada penyulang tersebut dengan menggunakan PLTS sebagai *distributed generation* dan penambahan *feeder* pada penyulang.
2. Menganalisis efektifitas penggunaan PLTS sebagai *distributed generation* dan penambahan *feeder* untuk mengoptimalkan tegangan ujung penyulang dan mengurangi rugi-rugi daya pada penyulang tersebut.

93

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk menambahkan ilmu dalam bidang jaringan distribusi 20KV serta mengetahui metode *distributed generation* dan penambahan *feeder* pada penyulang, meningkatkan tegangan ujung untuk mencegah terjadinya trip pada jaringan distribusi dan mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi penyulang panimbang. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan pihak terkait, jika ingin menggunakan metode yang telah dilakukan pada penelitian ini.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ditetapkan pada penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini membahas mengenai drop tegangan pada ujung penyulang Panimbang.
2. Penelitian ini membahas mengenai rugi-rugi daya yang terjadi pada penyulang tersebut.
3. Penelitian ini menggunakan metode *distributed generation* dan penambahan *feeder* untuk menaikkan tegangan ujung dan mengurangi rugi-rugi daya pada penyulang tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir “Analisis Penempatan PLTS sebagai *Distributed Generation* dan Penambahan *Feeder* dalam Mengoptimalkan Tegangan dan Menurunkan *Losses* Penyulang Panimbang” mengikuti panduan penulisan yang telah ditetapkan. Laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang tersusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisikan tentang informasi dasar mengenai pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 berisikan tentang penelitian yang sudah dilakukan dan berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sekarang. Bab 2 berisikan penjelasan hubungan antara topik yang dibahas dengan proses penelitian sekarang.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab 3 berisikan tentang metode yang akan dilakukan pada saat penelitian berlangsung. Metode tersebut berguna untuk memudahkan penelitian yaitu dengan menganalisis masalah yang ingin dibahas pada bab 4.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab 4 berisikan tentang Analisis dan pembahasan mengenai penelitian yang sedang dilakukan.

BAB V PENUTUP

47

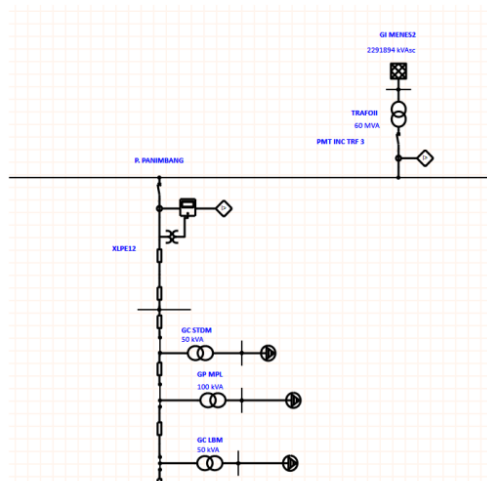
Bab 5 berisikan tentang kesimpulan dari penelitian yang sedang dilakukan sekarang serta saran untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik adalah sistem dalam tenaga listrik yang memiliki peranan yang sangat penting yang berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik atau konsumen. Pada sistem distribusi yang belum optimal dalam penyaluran ke beban dikarenakan adanya rugi-rugi tegangan pada sistem distribusi yang begitu besar. Jika tegangan yang disalurkan tidak sesuai, hal tersebut dikarenakan daya dan tegangan sebagian telah hilang dalam perjalanan menuju konsumen, yang dipengaruhi oleh panjangnya saluran distribusi, penempatan gardu atau trafo distribusi yang tidak optimal terhadap beban, diameter penghantar yang tidak sesuai dengan kapasitas beban sehingga terjadi panas pada saluran penghantar yang berakibat hilangnya daya dan tegangan pada jaringan distribusi[17]. Semua hal tersebut yang memengaruhi sistem distribusi tenaga listrik.



Gambar 2.1 Sistem Distribusi Penyulang Panimbang

Pada sistem distribusi terdapat beberapa komponen utama seperti berikut:

82

2.1.1 Gardu Induk

11 Gardu induk merupakan suatu instalasi yang memiliki fungsi untuk mengubah tenaga listrik tegangan tinggi yang satu ke tagangan tinggi lainnya untuk tegangan menengah, pengukuran, pengawasan, operasi, pengaturan pengamanan sistem tenaga listrik dan pengaturan daya ke gardu gardu induk lainnya melalui tegangan tinggi dan gardu-gardu distribusi melalui gawai tegangan menengah[18].



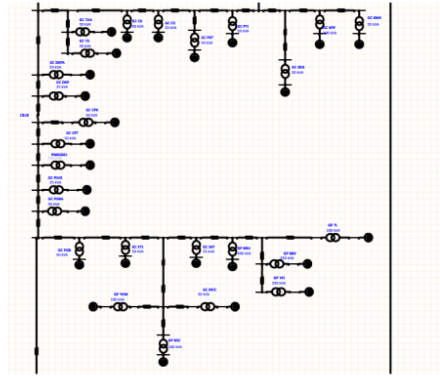
Gambar 2.2 Gardu Induk Menes

60

2.1.2 Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang memiliki fungsi untuk menyalurkan daya dari gardu induk ke konsumen. Jaringan distribusi memiliki beberapa jenis berdasarkan tegangan dan berdasarkan konfigurasi. Berdasarkan tegangan yaitu, jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi primer yaitu jaringan transmisi yang tegangannya diturunkan di gardu induk menjadi tegangan menengah dengan nominal tegangan sebesar 20KV lalu disalurkan ke trafo pada gardu distribusi dan dinaikkan tegangannya kemudian disalurkan ke konsumen. Jaringan distribusi

sekunder yaitu jaringan distribusi dari gardu distribusi ke pelanggan dengan klasifikasi 220V atau 380V. Berdasarkan konfigurasi terdapat jaringan radial, jaringan ring dan jaringan mesh[19].



Gambar 2.3 Sistem Jaringan Distribusi Penyulang Panimbang

2.1.3 Transformator Distribusi

Transformator atau yang biasa disingkat trafo adalah alat listrik yang dapat mengubah suatu tegangan output menurunkan maupun menaikkan tegangan sesuai dengan kebutuhan[20]. Transformator distribusi merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah level tegangan pada sistem distribusi. Trafo distribusi memiliki dua tegangan distribusi yaitu distribusi tegangan menengah (TM) dan distribusi tegangan rendah (TR). Selain menurunkan tegangan, trafo distribusi berfungsi untuk menyediakan energi listrik dan memastikan kualitas listrik tersebut. Kapasitas trafo distribusi yaitu 25kVA hingga 5000 kVA[21].



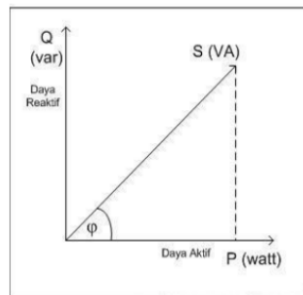
Gambar 2.4 Trafo Distribusi Penyulang Panimbang

69

2.2 Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan

19

Daya listrik adalah laju perpindahan energi listrik dalam suatu rangkaian listrik. Arus yang mengalir pada rangkaian dengan hambatan listrik yang membuat rangkaian listrik tersebut bekerja. Perangkat mengubah pekerja berbagai bentuk menjadi panas, gerak dan cahaya. Daya listrik terbagi menjadi tiga, yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan daya semu (S). Ketiganya berkaitan dengan istilah hubungan segitiga daya[22].



Gambar 2.5 Segitiga Daya[19]

17

1) Daya Aktif (P)

Daya aktif merupakan daya yang digunakan serta dapat diukur dibeban. Pada penggunaannya, daya aktif dapat dibedakan pada dua jenis fasa yaitu satu fasa dan tiga fasa[23].

2) Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah daya yang dibutuhkan untuk proses membentuk medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh daya reaktif akan membentuk fluks medan magnet[23].

3) Daya Semu (S)

Daya semu adalah daya yang dihasilkan dari perkalian antara tegangan dan arus yang melewati suatu penyalur tegangan[23].

19

Faktor daya adalah rasio daya aktif terhadap daya. Daya semu atau total atau sudut *cosinus* antara daya aktif dan daya semu atau daya total. Semakin tinggi daya reaktif, maka akan semakin tinggi nilai *cosinus*, faktor daya akan dikatakan bagus apabila mendekati nilai 1[22]. *Losses* atau susut energi adalah kejadian yang akan selalu terjadi pada setiap pendistribusian energi listrik. Susut energi terbagi menjadi 2 jenis yaitu susut yang disebabkan oleh teknis dan susut yang disebabkan oleh non-teknis[24]. Rumus rugi-rugi daya sebagai berikut.

$$\text{Rugi} - \text{rugi daya} = \frac{I^2 R}{1000}$$

Dalam persentase sebagai berikut.

$$\%I^2R = \frac{Pls}{Pr} \times 100$$

Dengan:

Pls = Rugi-rugi daya penyulang (W)

Pr = Daya penyulang (W)

28

Beban yang tidak seimbang atau yang biasa disebut dengan ketidakseimbangan beban terjadi apabila beban pada setiap fasa yang tidak terlayani dengan tidak sama besar sehingga terindikasi adanya arus netral pada trafo yang mengakibatkan terjadinya rugi-rugi daya[25]. Kehilangan daya yang tidak dapat

dihindari merupakan akibat dari proses pendistribusian itu sendiri. ⁸⁰ Dari gardu induk atau trafo distribusi sampai ke konsumen, tenaga listrik mengalami penurunan tegangan dan rugi-rugi daya akibat adanya hambatan pada saluran distribusi. Kerugian yang paling umum terjadi adalah kerugian teknis dan non-teknis. ¹⁰ Pertimbangan antara sifat material atau jaringan, luas penampang konduktor, jarak dan faktor kerja semua hal tersebut berkontribusi terhadap kerugian teknis. Sebaliknya, kerugian non-teknis seperti pencurian, kerusakan material atau peralatan jaringan atau pemasangan yang tidak tepat. Secara matematis rumus jatuh tegangan sebagai berikut.

$$\Delta V = V_s - V_r$$

Dalam persentase sebagai berikut.

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

Dengan:

⁴ $\Delta V (\%) =$ Jatuh tegangan dalam persen

$\Delta V =$ Jatuh tegangan (Volt)

$V_s =$ Tegangan disisi pengirim (Volt)

$V_r =$ Tegangan disisi penerima (Volt)

$V =$ Tegangan Kerja (Volt)

Minimnya gardu induk menyebabkan hilangnya daya mulai dari gardu distribusi hingga akhirnya sampai ke konsumen. Tiga hal penyebab terjadinya hilangnya daya pada jaringan distribusi listrik yaitu kapasitansi, induktansi dan resistansi konduktor⁶⁸[26]. Sebagai akibat dari terjadinya ketidakseimbangan beban antara fasa pada sisi sekunder transformator, akan mengalir arus netral pada trafo. Arus tersebut menyebabkan rugi-rugi daya atau losses⁴²[27]. Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman dengan tegangan pada ujung penerimaan tenaga listrik. Salah satu penyebab jatuh tegangan yaitu bertambahnya beban atau konsumen yang tersambung[28].

2.3 Distributed Generation

Distributed Generation adalah pembangkit listrik dengan kapasitas yang kecil yang terletak dekat dengan titik beban. DG dapat menghasilkan energi listrik dengan kapasitas kecil dan terhubung langsung dengan jaringan distribusi, DG dapat mendukung jaringan distribusi dengan terhubung pada tingkat tegangan distribusi.[12]. *Distributed Generation* atau DG dapat didefinisikan sebagai pembangkit skala kecil, yang terhubung langsung dengan jaringan distribusi. Kelebihan dari DG yaitu dapat mengurangi rugi daya pada saluran, kualitas daya lebih baik dan profil tegangan lebih stabil serta meningkatkan efisiensi jaringan[29].



Gambar 2.6 PLTS (*solarcell*)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah suatu pembangkit yang bekerja dengan mengkonversikan energi foton dari surya untuk menjadi energi listrik. Konversi energi terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. Sel surya merupakan lapisan-lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor murni dan bahan semikonduktor lainnya. PLTS memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan arus searah, jika perlu dapat diubah menjadi arus bolak-balik dengan menggunakan inverter. Selama ada sinar matahari, PLTS akan tetap menghasilkan energi listrik[integrasi PLTS][13]. PLTS-DG adalah model pembangkit listrik yang

langsung terhubung ke jaringan distribusi. PLTS-DG yang langsung terhubung dengan jaringan distribusi dapat dibedakan dari skala kapasitasnya yaitu, skala kecil untuk kapasitas 5 kW-100 kW, skala menengah 100 kW-500 kW dan skala besar yaitu 500 kW- 10 MW[11].

2.4 Penyulang atau Penghantar

Pada penyulang mempunyai empat parameter untuk mempengaruhi kemampuannya untuk berfungsi yaitu resistansi, kapasitansi, induktansi dan konduktansi.

1) Resistansi

Resistansi merupakan tahanan pada suatu penghantar pada penyulang yang menyebabkan kerugian daya, hal tersebut bergantung pada besarnya tahanan dari panjang penyulang.

2) Induktansi

Induktansi pada umumnya untuk mengetahui masing-masing saluran dari besarnya fluks yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir pada penyulang.

3) Kapasitansi

Kapasitansi merupakan akibat dari selisih potensial antara penghantar, sehingga menyebabkan penghantar tersebut bermuatan.

4) Konduktansi

Konduktansi antar penghantar akan menyebabkan terjadinya arus bocor pada isolator dari saluran tersebut.

Pada penyulang dipergunakan kawat udara untuk sebagai penghantar untuk penyaluran energi listrik. Penyulang tersebut memiliki impedansi yang terdiri dari resistansi. Besarnya resistansi tergantung dari jenis penghantar, panjang dan luas penampang, semakin besar luas penampangnya, maka resistansinya akan semakin kecil[4].

2.5 ETAP

ETAP merupakan software yang berfungsi sebagai penganalisis sebuah sistem keelektrikan secara detail, mulai dari power sistem hingga jaringan. ETAP

dapat bekerja secara offline untuk menganalisis *loadflow*, *short circuit*, *harmonic*, maupun pengaman pada motor[13]. Berikut beberapa analisis pada aplikasi ETAP:

1. Load Flow

Percobaan *load flow* bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran daya dari suatu single line diagram.

2. Analisis Hubung Singkat

Analisis hubung singkat digunakan untuk menjalankan simulasi kondisi steady state dan koordinasi proteksi serta testing dinamik peralatan proteksi.

3. Analisis Koordinasi Perangkat Bintang

Analisis ini digunakan untuk menjalankan studi koordinasi peralatan proteksi secara efisien dan mudah[12].

2.6 Kajian Pustaka

Bagian ini berisikan tentang informasi dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Penelitian-penelitian tersebut dapat digunakan sebagai sarana menggali informasi yang berhubungan dengan penelitian ini. Berikut adalah beberapa penelitian yang sudah dilakukan dan akan dijadikan rujukan dari penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

Penelitian “Analisa jatuh Tegangan dan *Losses* Pada Sistem Distribusi 20 kV Penyulang Simpang Rima” yang dibuat oleh Amrina Yusra, Muliadi dan Syukri merupakan penelitian yang sudah dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa jatuh tegangan dan *losses* pada sistem jaringan distribusi dengan menggunakan simulasi pada software etap. Dari hasil analisis, jatuh tegangan pada penyulang rima sebesar 560 V atau 2,8% in Mag. Jatuh tegangan yang terbesar terjadi pada titik kabel SPR23 yaitu sebesar 54 V atau 0.27% Mag. Total rugi-rugi daya pada penyulang tersebut adalah 27.1kW atau 3,58kVar[30].

Penelitian “Pengaruh Susut Energi (*Losses*) Pada Jaringan Distribusi (studi Kasus: di PT. Krakatau Daya Listrik)” yang dibuat oleh Desmira dan Nadiyah Khoirunnisa merupakan penelitian yang sudah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai *losses* minimum dan nilai *losses* maksimum di PT Krakatau Daya

Listrik pada tahun 2018. Nilai *losses* minimum yang terjadi selama bulan Januari hingga bulan November 2018 yaitu sebesar -2,041% dan nilai *losses* maksimum yang terjadi pada bulan Januari hingga bulan November yaitu sebesar 1,588%[24].

Penelitian “Analisis Perbaikan Susut Daya Pada Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) Ulp Jayapura Penyulang Bougenville” yang dibuat oleh Ekawati Margaretha Ohee dan Dultudes Mangopo merupakan penelitian yang sudah dilakukan dengan tujuan besarnya susut daya yang terjadi pada jaringan distribusi primer penyulang Bougenville Jayapura. Besar angka susut teknis atau rugi daya yang terjadi pada penyulang Bougenville berdasarkan software Etap yaitu sebesar 5,015% dan secara perhitungan rumus sebesar 5,435%. Rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang Bougenville setelah berhasil menekan susut memotong jaringan, berdasarkan software Etap yaitu 0,84% dan 2,78%, secara perhitungan yaitu sebesar 0,79% dan 2,5%[7].

Penelitian “Analisis Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi Penyulang POLDA Area Makassar Utara dengan Menggunakan ETAP 12.6” yang dibuat oleh Sugianto, Arif Jaya dan Bayu Adrian Ashad merupakan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis sistem jaringan distribusi dengan menggunakan aplikasi Etap. Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan ETAP, diperoleh nilai sebesar 600,9 kW dan hasil perhitungan manual sebesar 509,8 kW. Rugi-rugi terbesar terjadi pada line 53. Rugi-rugi daya disebabkan oleh beban pada masing-masing kabel yang reaktif tinggi sehingga menghasilkan arus yang besar[9].

Penelitian “*Voltage Improvement on the 20kV Feeder Tinoring Distribution Line*” yang dibuat oleh Ahasweros Mampori, Sartje Silimang dan Meita Rumbayan merupakan penelitian yang bertujuan untuk menaikkan tegangan yang terdapat pada jaringan distribusi. Hasil perhitungan jatuh tegangan sudah tidak memenuhi standar yaitu sebesar 6,165%, dikarenakan batas toleransi jatuh tegangan sebesar 5%. Dengan pergantian diameter kabel penghantar, nilai jatuh tegangan mengalami perubahan sebesar 3,8%[31].

Penelitian “Analisa Rugi-Rugi Daya pada Saluran DIstribusi 20 kV di Kabupaten Sangihe” yang dibuat oleh Josua Prasetyo Pilat, Hans Tumilang dan

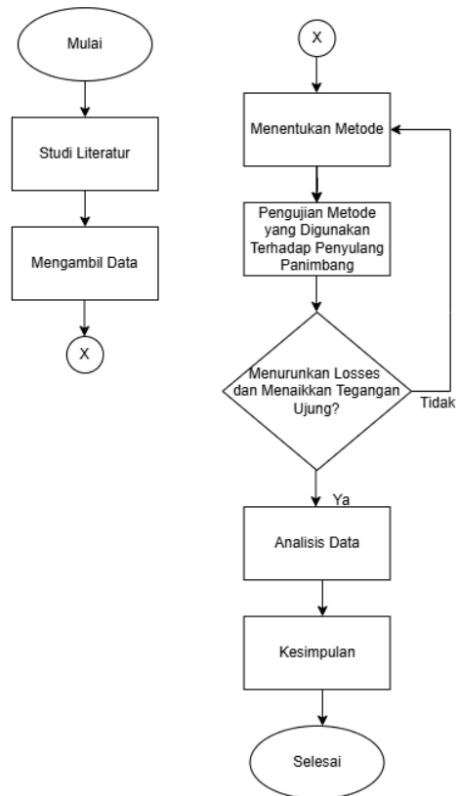
Sartje Silimang yang bertujuan untuk menganalisa rugi-rugi pada sistem jaringan distribusi. Dalam perhitungan jatuh tegangan pada sistem kelistrikan sebesar 10% yang memenuhi standar. Dalam perhitungan rugi-rugi daya, terdapat satu penyalang yang memiliki rugi-rugi daya sebesar 31,31% yang diakibatkan oleh penyalang yang panjang yaitu penyalang Pintareng[19].

Pada penelitian ini, kajian pustaka yang memiliki kesamaan yaitu pada penelitian “Analisa jatuh Tegangan dan *Losses* Pada Sistem Distribusi 20 kV Penyalang Simpang Rima” yang dibuat oleh Amrina Yusra, Muliadi dan Syukri, yang berfokus pada jatuh tegangan dan *losses* yang terdapat pada penyalang.

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Pada penelitian ini terdapat diagram alir penelitian yang digunakan untuk dapat melakukan penelitian dengan langkah-langkah yang sesuai agar mendapatkan hasil yang diinginkan, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Instrument Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan oleh penulis, digunakan beberapa peralatan sebagai berikut:

1. Hardware

Sebuah *device* laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

Processor : Intel® Core™ i3-1115G4

Penyimpanan : 512 GB

RAM : 8 GB

Graphics Card : Intel UHD Graphics

92
2.

Software

Software yang digunakan pada penelitian ini yaitu ETAP. ETAP digunakan untuk melakukan simulasi pada data primer yang sudah diberikan oleh UP3 Banten Selatan yaitu berupa sebuah SLD penyulang Panimbang.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menjadi acuan dalam melaksanakan penelitian, mulai dari pengambilan data hingga penyusunan laporan. Alur penelitian yang telah dirancang memastikan bahwa penelitian dilakukan sesuai dengan batasan yang telah ditetapkan. Penelitian ini berfokus pada analisis perbandingan untuk menaikkan tegangan ujung dan mengurangi *losses* pada penyulang panimbang dengan menggunakan metode *distributed generation* dan penambahan *feeder*, lalu disimulasikan pada software ETAP. Langkah penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

- 1) Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan, seperti mencari informasi mengenai metode yang dapat meningkatkan tegangan ujung dan mengurangi *losses* pada penyulang.
- 2) Pengambilan data yang dilakukan selama tiga bulan di UPT Banten Selatan yang berada di Rangkasbitung data berupa sebuah *single line diagram* yang dapat disimulasikan pada software ETAP.

- 3) Menentukan metode yang digunakan pada saat penelitian ini terdapat dua metode, yaitu menggunakan *distributed generation* dan penambahan *feeder* pada penyulang. Kedua metode tersebut digunakan untuk diuji efektifitasnya dalam meningkatkan tegangan ujung dan mengurangi *losses* pada penyulang.
- 4) Melakukan simulasi dengan menggunakan software ETAP.
- 5) Analisis dan Kesimpulan didapatkan setelah semua langkah penelitian sudah dilakukan, maka didapatkan hasil penelitian yang selanjutnya disusun menjadi laporan akhir penelitian berupa skripsi.

Pada tabel pada lampiran A drop tegangan penyulang Panimbang, terlihat bahwa tidak semua tegangan pada jaringan sesuai dengan SPLN, bahkan lebih banyak yang tidak sesuai dengan SPLN dibandingkan dengan yang sesuai dengan SPLN. Hanya bagian awal saja yang sesuai dengan SPLN sisanya mengalami penurunan tegangan sehingga tidak sesuai dengan SPLN.

3.4 Spesifikasi PLTS

Berikut adalah spesifikasi PLTS dan inverter yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3.1 Spesifikasi PLTS

Spesifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya	
MFR	Q.CELLS
Model	QQ.BBAASSEE 215-130
Type	POLY-CRYSTALLINE
Cells	60
Tegangan	1000 V
Size	230

3.5 Profil Penyulang Panimbang

Berikut adalah profil penyulang Panimbang.

Tabel 3.2 Profil Penyulang Panimbang

NO	Bus	Jarak dari bus sebelumnya (m)	Tegangan (kV)	Beban (kW)
1	1388	138	20	45,2
2	1390	211	20	9,85
3	1392	992	20	56,66
4	1394	452	20	-
5	1405	363	20	18,36
6	1408	97	20	15,78
7	1412	148	20	0,46
8	1414	670	20	42,12
9	1416	650	20	26,92
10	1418	295	20	6,91
11	1421	496	20	31,19
12	1423	506	20	65,47
13	1425	301	20	29,3
14	1426	91	20	-
15	1428	301	20	44,34
16	1430	51	20	-
17	1433	595	20	0,576
18	1437	450	20	46,11
19	1439	289	20	23,61
20	1441	352	20	37,55
21	1443	361	20	-
22	1493	378	20	-
23	1494	378	20	742,5
24	1496	378	20	43,93
25	1498	158	20	65,69
26	1500	158	20	52,92
27	1501	158	20	7,38
28	1503	158	20	8,2
29	1504		20	
30	1507	158	20	96,21
31	1511	158	20	18,41
32	1515	482	20	-
33	1520	213	20	52,56
34	992	213	20	52,41

NO	Bus	Jarak dari bus sebelumnya (m)	Tegangan (kV)	Beban (kW)
35	994	213	20	60,37
36	996	188	20	48,57
37	997	188	20	38,52
38	998	206	20	65,28
39	1005	341	20	-
40	1006	354	20	32
41	1007	440	20	73,27
42	1008	390	20	42,51
43	1010	227	20	53,05
44	1015	189	20	9
45	1017	189	20	76,47
46	1019	972	20	89,35
47	1020	354	20	-
48	1022	61	20	41,85
49	1023	380	20	52,71
50	1026	380	20	10,96
51	1028	380	20	-
52	1029	300	20	32,71
53	1544	380	20	-
54	1031	380	20	57,22
55	1034	600	20	22,9
56	1036	523	20	46,22
57	1037	102	20	36,92
58	1038	102	20	32,71
59	1039	501	20	45,12
60	1044	542	20	-
61	1045	106	20	60,58
62	1047	357	20	36,93
63	1049	353	20	-
64	1050	194	20	54
65	1051	353	20	-
66	1052	59	20	19,79
67	1053	1800	20	24,46
68	1546	504	20	44,51
69	1058	124	20	-
70	1059	479	20	28,42
71	1061	814	20	7,58
72	1063	399	20	8,3
73	1387	819	20	-

NO	Bus	Jarak dari bus sebelumnya (m)	Tegangan (kV)	Beban (kW)
74	1066	23	20	-
75	1067	28	20	11,54
76	1069	300	20	7,49
77	1071	23	20	1,92
78	1073	533	20	-
79	1074	533	20	-
80	1075	300	20	0,18
81	1076	120	20	39,91
82	1079	533	20	60,02
83	1081	213	20	-
84	1082	211	20	56,32
85	1083	263	20	67,54
86	1086	593	20	16,64
87	1088	800	20	4,5
88	1089	203	20	57,88
89	1090	222	20	5,31
90	1094	450	20	-
91	1095	901	20	31,64
92	1097	610	20	14,44
93	1099	457	20	-
94	1100	397	20	-
95	1101	550	20	25,57
96	1102	550	20	27
97	1105	397	20	5,45
98	1107	675	20	13,25
99	1109	850	20	-
100	1110	189	20	10,49
101	1112	850	20	31,46
102	1114	440	20	-
103	1115	440	20	14,92
104	1117	440	20	-
105	1118	300	20	57,15
106	1120	440	20	10,38
107	1122	129	20	11,59
108	1124	317	20	4,7
109	1126	213	20	6,35
110	1128	440	20	-
111	1129	300	20	10,04
112	1132	440	20	36,11

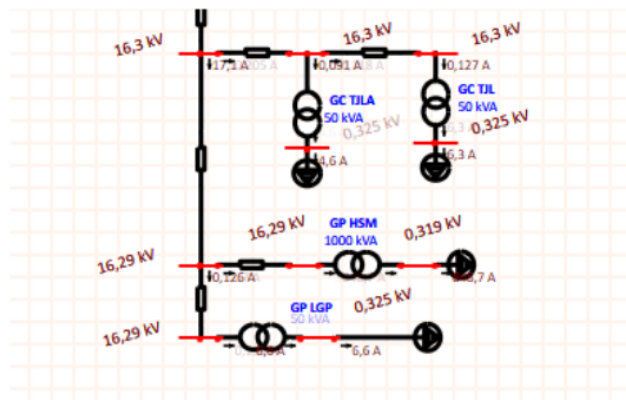
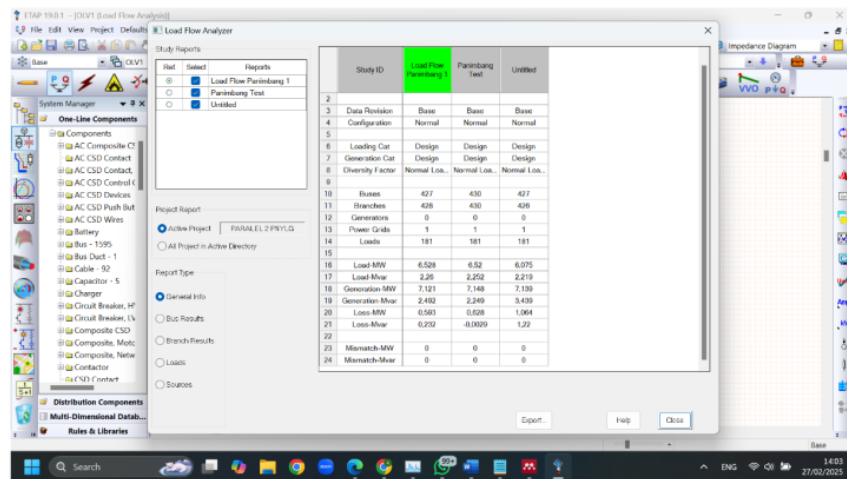
NO	Bus	Jarak dari bus sebelumnya (m)	Tegangan (kV)	Beban (kW)
113	1355	259	20	9,38
114	1134	259	20	29,9
115	1136	599	20	29,9
116	1138	242	20	-
117	1139	687	20	18,67
118	1141	517	20	5,62
119	1143	200	20	-
120	1155	650	20	-
121	1159	125	20	5,52
122	1158	650	20	0,288
123	1156	1000	20	36,27
124	1144	200	20	1,87
125	1146	191	20	270
126	1148	733	20	-
127	1149	300	20	5,8
128	1150	108	20	2,11
129	1153	733	20	4,55
130	1162	300	20	49,84
131	1548	300	20	-
132	1164	300	20	-
133	1165	149	20	8,24
134	1167	300	20	15,76
135	1168	222	20	0,108
136	1171	725	20	0,414
137	1174	139	20	3,11
138	1176	300	20	-
139	1178	300	20	18,72
140	1179	235	20	24,5
141	1357	300	20	18
142	1180	300	20	16,31
143	1183	1	20	-
144	1184	300	20	22,21
145	1185	396	20	8,88
146	1188	109	20	5,81
147	1190	300	20	20
148	1192	300	20	-
149	1197	597	20	56
150	1193	352	20	53,77
151	1194	427	20	13,32

NO	Bus	Jarak dari bus sebelumnya (m)	Tegangan (kV)	Beban (kW)
152	1199	112	20	59,81
153	1201	299	20	-
154	1202	152	20	11,68
155	1204	300	20	-
156	1205	300	20	18
157	1206	918	20	19,31
158	1207	100	20	9,05
159	1211	300	20	17,58
160	1212	300	20	20,16
161	1215	300	20	-
162	1216	300	20	45,16
163	1218	300	20	24,82
164	1220	300	20	64,12
165	1222	300	20	68,97
166	1223	300	20	37,85
167	1226	300	20	-
168	1227	300	20	60,14
169	1228	300	20	50,17
170	1231	300	20	61,45
171	1233	300	20	-
172	1234	300	20	15,71
173	1236	300	20	1,44
174	1359	300	20	-
175	1374	300	20	36,44
176	1237	300	20	8,04
177	1240	300	20	-
178	1241	300	20	18
179	1243	300	20	54,11
180	1244	300	20	18
181	1245	300	20	34,44
182	1246	300	20	27,99
183	1247	300	20	11,29
184	1248	300	20	9,27
185	1249	300	20	34,61
186	1257	300	20	-
187	1258	674	20	13,97
188	1259	1000	20	22,75
189	1262	609	20	10,35
190	1263	251	20	32,54

NO	Bus	Jarak dari bus sebelumnya (m)	Tegangan (kV)	Beban (kW)
191	1266	343	20	-
192	1267	314	20	630
193	1269	119	20	42,21
194	1270	363	20	22,68
195	1273	10	20	-
196	1274	401	20	25,69
197	1275	117	20	14,36
198	1278	20	20	24,46
199	1279	620	20	19,93
200	1368	100	20	3,42
201	1288	210	20	-
202	1289	300	20	24,34
203	1371	300	20	-
204	1372	300	20	18
205	1291	300	20	-
206	1292	157	20	23,71
207	1293	300	20	41,58
208	1281	300	20	17,54
209	1282	342	20	22,21
210	1296	115	20	-
211	1297	826	20	18,23
212	1299	108	20	35,44
213	1300	315	20	18,32
214	1303	300	20	-
215	1307	300	20	162
216	1304	300	20	-
217	1308	300	20	540
218	1305	436	20	-
219	1309	201	20	162
220	1369	300	20	36,41
221	1306	300	20	-
222	1310	336	20	53,86
223	1315	292	20	19,64
224	1316	330	20	37,35
225	1317	330	20	25,66
226	1318	250	20	37,13
227	1319	137	20	31,27
228	1320	300	20	24,35
229	1321	362	20	42,44

NO	Bus	Jarak dari bus sebelumnya (m)	Tegangan (kV)	Beban (kW)
230	1329	441	20	-
231	1330	300	20	10,82
232	1332	676	20	10,57
233	1331	500	20	-
234	1337	500	20	11,74

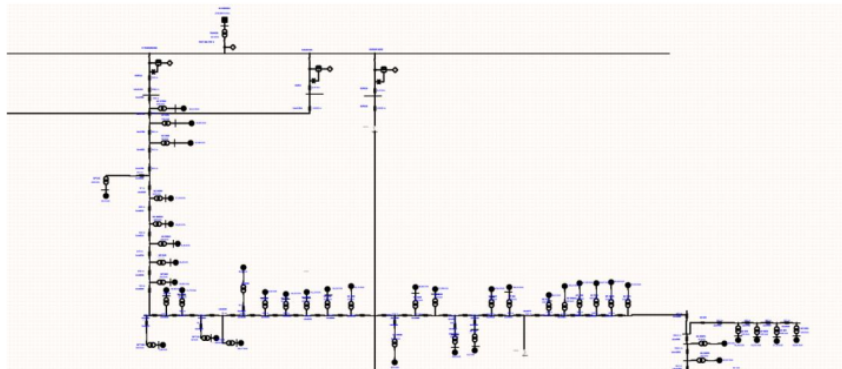
Tabel 3.2 menunjukkan profil penyulang Panimbang yang terdiri dari jarak antar bus, tegangan pada bus dan beban yang terdapat pada penyulang Panimbang.



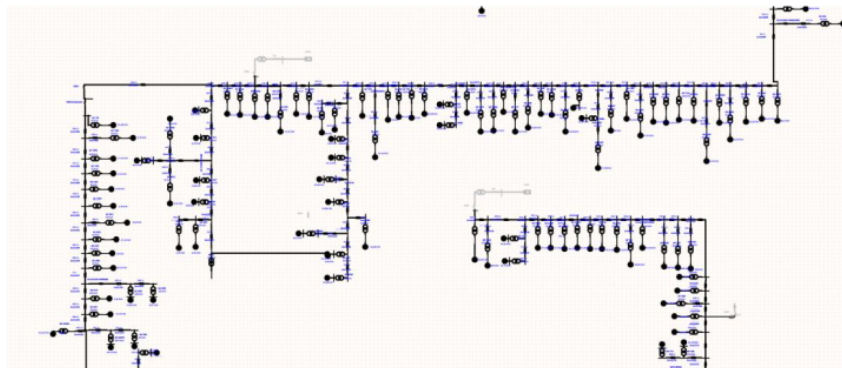
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Penyulang Panimbang

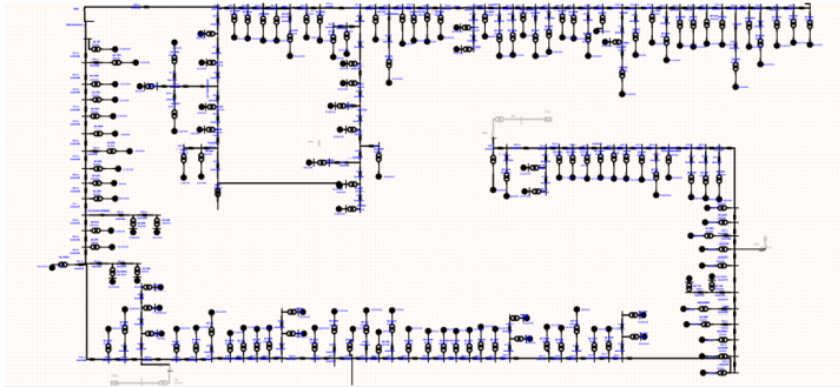
Berikut adalah gambar dari SLD penyulang Panimbang yang dijadikan objek penelitian ini.



Gambar 4.1.A Penyulang Panimbang Bagian 1



Gambar 4.1.B Penyulang Panimbang Bagian 2



Gambar 4.1.C Penyulang Panimbang Bagian 3

Penyulang Panimbang terdiri dari 182 gardu beban dan gardu portal dengan total panjang 387 KM. Dengan total gardu beban dan gardu portal yang banyak serta jarak yang jauh, penyulang Panimbang mengalami drop tegangan dan memiliki *losses* yang besar. Dengan metode *Distributed generation* dan penambahan *feeder*, penyulang Panimbang dapat dioptimalkan sehingga drop tegangan yang terjadi pada penyulang Panimbang sesuai dengan SPLN atau standar PLN. Berikut adalah hasil dari penelitian dengan menggunakan metode *Distributed Generation* dan penambahan *feeder*.

Pada lampiran A.1, tegangan penyulang Panimbang mengalami jatuh tegangan, jatuh tegangan tersebut dimulai dari pertengahan penyulang Panimbang yang diakibatkan oleh penyulang Panimbang yang sangat panjang dan beban yang banyak. Rata-rata tegangan penyulang Panimbang sebesar 15,82 kV, tegangan tersebut tidak memenuhi standar PLN, sehingga perlu adanya optimasi agar tegangan menjadi optimal. Akibat dari jatuh tegangan tersebut, penyulang Panimbang memiliki *losses* yang besar, yaitu 1,8 MW. Jatuh tegangan terparah terjadi pada ujung penyulang Panimbang yaitu pada bus 14,12 kV, mengalami jatuh tegangan sebesar 29%. Berikut adalah *losses* pada penyulang Panimbang.

Tabel 4.1 Pengujian *Load Flow* tanpa Optimasi

Pengujian <i>Load Flow</i>	
<i>Load</i>	6,907 MW
<i>Generation</i>	8,801 MW
<i>Losses</i>	1,894 MW

Pada tabel 4.1, losses yang terjadi pada penyulang Panimbang yang diakibatkan oleh jatuh tegangan yang besar. Losses pada penyulang Panimbang sebesar 1,8 MW. Jika menggunakan perhitungan losses pada penyulang Panimbang, seharusnya lossesnya sebesar 3,3 MW. Berikut adalah perhitungan losses secara perhitungan.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times PF}$$

$$I = \frac{6,907 \text{ MW}}{\sqrt{3} \times 20 \text{ kV} \times 0,85}$$

$$I = \frac{6.907.000}{\sqrt{3} \times 20.000 \times 0,85} = 234,57 \text{ A}$$

$$P_{loss} = \frac{3 \times I^2 \times R}{1000}$$

$$P_{loss} = \frac{3 \times (234,57)^2 \times 20.000}{1000} = 3.301.577 \text{ kW}$$

$$3.301.577 \text{ kW} = 3.301 \text{ MW}$$

4.2 Metode Distributed Generation

Pada penelitian ini, simulasi dilakukan dengan menggunakan metode *Distributed Generation*, *Distributed Generation* yang digunakan yaitu jenis PLTS. Daya yang dihasilkan setiap panel sebesar 229,3 Watt, pada penelitian ini, panel disusun seri sebanyak 100 dan paralel 100. Berikut adalah perhitungan daya PLTS yang digunakan dalam penelitian ini.

$$P_{total} = N \times \text{Daya Panel}$$

$$P_{total} = 10000 \times 229,3 \text{ Watt} = 2293 \text{ Watt}$$

Perhitungan tegangan pada PLTS sebagai berikut.

$$V_{total} = V_{panel} \times N_{seri}$$

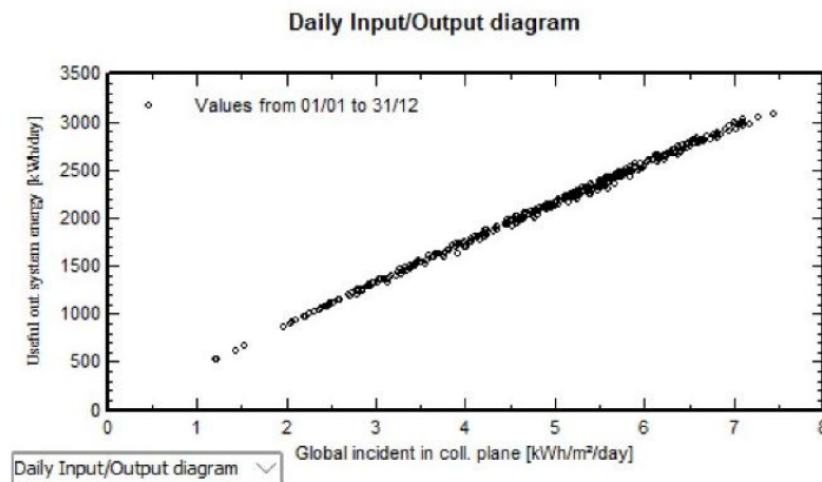
$$V_{total} = 1.000 \times 100 = 10.000V$$

Perhitungan arus pada PLTS sebagai berikut.

$$I_{total} = I_{panel} \times N_{paralel}$$

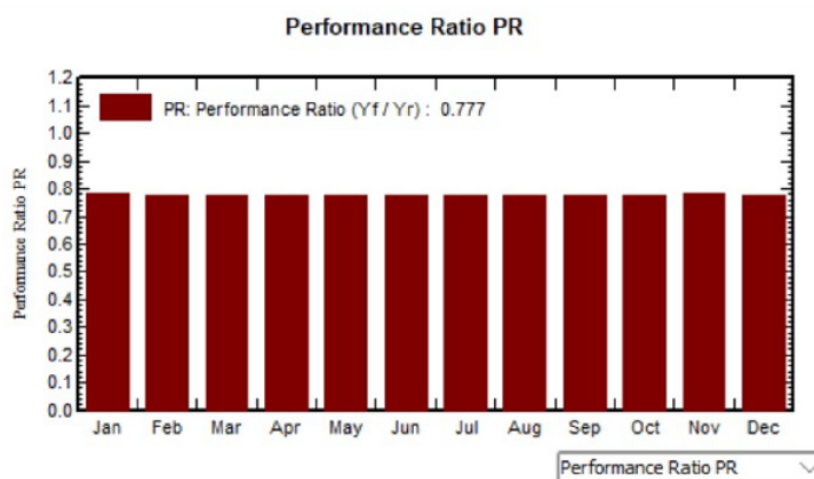
$$I_{total} = 0,22 \times 100 = 22A$$

Berikut adalah simulasi penggunaan PLTS pada penelitian ini dengan menggunakan aplikasi Pvsyst.



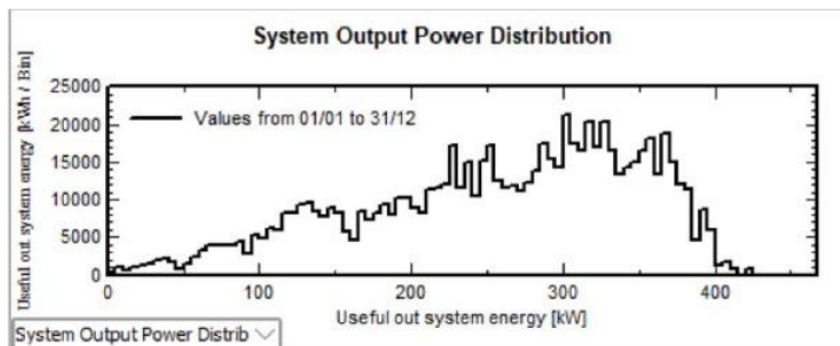
Gambar 4.2 *Input dan Output Sehari-Hari*

Gambar 4.2 menunjukkan tentang hubungan antara energi matahari yang masuk (*irradiance*) dengan energi listrik yang dihasilkan oleh sistem setiap hari. Pada gambar 4.2 hubungan antara energi listrik dan energi matahari memiliki korelasi linear yang bagus, yaitu semakin tinggi sinar matahari maka akan semakin tinggi output listrik.



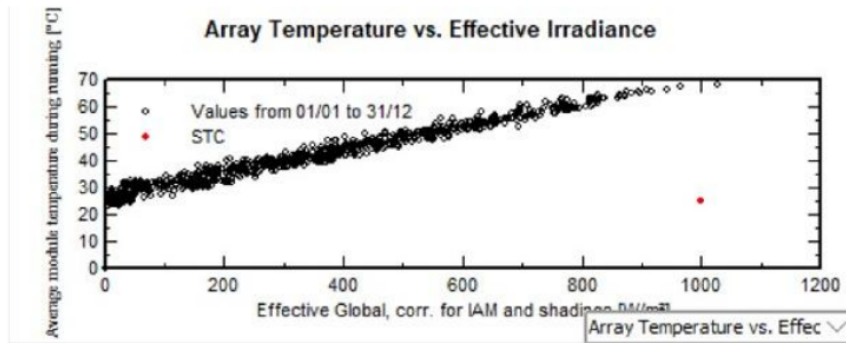
Gambar 4.3 Rasio Kerja PLTS

Gambar 4.3 menunjukkan tentang *performance ratio* atau rasio kerja tiap bulan untuk melihat stabilitas performa dari sistem PLTS yang digunakan. Sumbu Y menunjukkan nilai dari rasio kerja dan diagram menunjukkan nilai rasio kerja pada setiap bulan. Nilai PR pada PLTS yang digunakan stabil dinilai 0,77, artinya tidak ada penurunan performa secara drastis.



Gambar 4.4 Distribusi Daya Keluaran Sistem

Gambar 4.4 menunjukkan sistem bekerja pada tingkat daya tertentu selama setahun. Sumbu X menunjukkan output daya dari PLTS. Sumbu Y menunjukkan banyaknya energi dalam kWh yang dihasilkan pada tingkat tertentu. Puncak distribusi terjadi antara 300.400 kW, hanya sedikit sistem beroperasi mendekati 500 kW.



Gambar 4.5 Perbandingan Antara Suhu dengan *Irradiance*

Gambar 4.5 menunjukkan hubungan antara *irradiance* dengan suhu modul PV selama beroperasi. Pada gambar 4.5, modul PV mengalami panas dikarenakan terkena banyak matahari. Titik merah menunjukkan STC atau *Standart Test Condition* yaitu berada pada suhu 25°C. Kenaikkan suhu tersebut dikarenakan suhu dari iklim Indonesia yaitu sekitar 65°C, hal tersebut dapat menurunkan efisiensi panel.

Penempatan PLTS pada penelitian ini didasari dengan percobaan yang dilakukan terhadap penyulang Panimbang. Percobaan pertama dilakukan dengan menggunakan sebuah PLTS, PLTS diletakkan pada bagian tengah penyulang Panimbang yaitu pada bus 1355, namun tidak dapat mengoptimalkan tegangan penyulang Panimbang sampai dengan ujung penyulang. Berikut adalah tabel hasil percobaan optimasi tegangan penyulang Panimbang dengan menggunakan sebuah penyulang Panimbang.

Pada lampiran A.2, tegangan penyulang Panimbang mengalami drop tegangan dari pertengahan hingga ujung penyulang Panimbang walaupun sudah menggunakan DG yaitu sebuah PLTS. Penempatan PLTS pada percobaan ini digunakan sebuah PLTS untuk penyulang Panimbang. Rata-rata penyulang Panimbang sebesar 16.98 kV. Perbedaan rata-rata tegangan pada penyulang Panimbang dengan menggunakan sebuah PLTS sebesar 6,38%. Jatuh tegangan pada ujung penyulang sebesar 4,57 kV (23%).

Tabel 4.2 Pengujian *Load Flow* dengan Satu PLTS

Pengujian <i>Load Flow</i>	
<i>Load</i>	7,136 MW
<i>Generation</i>	8,36 MW
<i>Losses</i>	1,224 MW

Tabel 4.2, menunjukkan losses pada penyulang Panimbang. Pada tabel 4.3, losses penyulang Panimbang mengalami penurunan dibandingkan tanpa menghubungkan sebuah PLTS. Dengan menggunakan metode DG yaitu dihubungkan dengan sebuah PLTS, tegangan penyulang Panimbang belum optimal, sehingga penempatan PLTS pada penyulang Panimbang harus ditambahkan. Perbedaan antara losses penyulang Panimbang antara tanpa optimasi dengan menggunakan DG, sebuah PLTS sebesar 1,224 MW, sehingga penurunan losses sebesar 33%. Berikut adalah perhitungan persentase penurunan losses pada penyulang Panimbang yang dihubungkan dengan sebuah PLTS.

$$\text{Penurunan Losses} = \frac{1,8 - 1,2}{1,8} \times 100\% = 33\%$$

Penempatan PLTS pada penelitian ini didasari dengan percobaan yang dilakukan terhadap penyulang Panimbang. Percobaan kedua dilakukan dengan menggunakan dua buah PLTS, dua buah PLTS ditempatkan pada bagian tengah penyulang Panimbang yaitu pada bus 1355 dan bus 1204, yang mengalami jatuh tegangan, namun tidak dapat mengoptimalkan tegangan penyulang Panimbang sampai dengan ujung penyulang. Berikut adalah tabel hasil percobaan optimasi tegangan penyulang Panimbang dengan menggunakan sebuah penyulang Panimbang.

Pada lampiran A.3, tegangan penyulang Panimbang mengalami drop tegangan dari pertengahan hingga ujung penyulang Panimbang walaupun sudah menggunakan DG yaitu dua buah PLTS. Penempatan PLTS pada percobaan ini digunakan dua buah PLTS untuk penyulang Panimbang. Rata-rata penyulang Panimbang sebesar 17,94 kV. Perbedaan rata-rata tegangan pada penyulang Panimbang dengan menggunakan sebuah PLTS sebesar 5,35%. Jatuh tegangan pada ujung penyulang sebesar 3,33 kV (17%).

Tabel 4.3 Pengujian *Load Flow* dengan Dua PLTS

Pengujian <i>Load Flow</i>	
<i>Load</i>	7,362 MW
<i>Generation</i>	8,135 MW
<i>Losses</i>	0,773 MW

Tabel 4.3, menunjukkan losses pada penyulang Panimbang. Pada tabel 4.4, losses penyulang Panimbang mengalami penurunan dibandingkan dengan menghubungkan sebuah PLTS. Dengan menggunakan metode DG yaitu dihubungkan dengan dua buah PLTS, tegangan penyulang Panimbang belum optimal, sehingga penempatan PLTS pada penyulang Panimbang harus ditambahkan. Perbedaan antara losses penyulang Panimbang antara satu buah PLTS dengan menggunakan dua buah PLTS, sebuah PLTS sebesar 0,7 MW, sehingga penurunan losses sebesar 41,67%. Berikut adalah perhitungan persentase penurunan losses pada penyulang Panimbang yang dihubungkan dengan sebuah PLTS.

$$\text{Penurunan Losses} = \frac{1,2 - 0,7}{1,2} \times 100\% = 41,67\%$$

Penempatan PLTS pada penelitian ini didasari dengan percobaan yang dilakukan terhadap penyulang Panimbang. Percobaan ketiga dilakukan dengan menggunakan tiga buah PLTS, tiga buah PLTS ditempatkan pada bagian tengah penyulang Panimbang yaitu pada bus 1355, bus 1204 dan bus 1270, pada bagian yang mengalami drop tegangan, namun tidak dapat mengoptimalkan tegangan penyulang Panimbang sampai dengan ujung penyulang. Berikut adalah tabel hasil percobaan optimasi tegangan penyulang Panimbang dengan menggunakan sebuah penyulang Panimbang.

Pada Lampiran A.4, tegangan penyulang Panimbang mengalami drop tegangan dari pertengahan hingga ujung penyulang Panimbang walaupun sudah menggunakan DG yaitu tiga buah PLTS. Penempatan PLTS pada percobaan ini digunakan tiga buah PLTS untuk penyulang Panimbang. Rata-rata penyulang Panimbang sebesar 18,78 kV, namun pada bagian akhir penyulang Panimbang masih tidak sesuai dengan SPLN. Perbedaan rata-rata tegangan pada penyulang

Panimbang dengan menggunakan dua buah PLTS sebesar 4,68%. Jatuh tegangan pada ujung penyulang sebesar 2,09 kV (10%).

Tabel 4.4 Pengujian *Load Flow* dengan Tiga PLTS

Pengujian <i>Load Flow</i>	
<i>Load</i>	7,585 MW
<i>Generation</i>	8,093 MW
<i>Losses</i>	0,508 MW

Tabel 4.4, menunjukkan losses pada penyulang Panimbang. Pada tabel 4.5, losses penyulang Panimbang mengalami penurunan dibandingkan dengan menghubungkan dua buah PLTS. Dengan menggunakan metode DG yaitu dihubungkan dengan tiga buah PLTS, tegangan penyulang Panimbang belum optimal, sehingga penempatan PLTS pada penyulang Panimbang harus ditambahkan. Perbedaan antara losses penyulang Panimbang antara dengan dua buah PLTS yang dihubungkan dengan menghubungkan tiga buah PLTS sebesar 0,508 MW, sehingga penurunan losses sebesar 28,57%. Berikut adalah perhitungan persentase penurunan losses pada penyulang Panimbang yang dihubungkan dengan sebuah PLTS.

$$\text{Penurunan Losses} = \frac{0,7 - 0,5}{0,7} \times 100\% = 28,57\%$$

Penempatan PLTS pada penelitian ini didasari dengan percobaan yang dilakukan terhadap penyulang Panimbang. Percobaan keempat dilakukan dengan menggunakan empat buah PLTS, tegangan penyulang Panimbang menjadi optimal. Penempatan PLTS pada penyulang Panimbang, tiga buah pada bagian tengah penyulang panimbang dan satu buah PLTS ditempatkan pada ujung penyulang. Berikut adalah tabel hasil percobaan optimasi tegangan penyulang Panimbang dengan menggunakan sebuah penyulang Panimbang.

Pada lampiran A.5, tegangan penyulang Panimbang mengalami tidak drop tegangan. Penempatan PLTS pada percobaan ini digunakan empat buah PLTS untuk penyulang Panimbang. Rata-rata penyulang Panimbang sebesar 19,45 kV. Perbedaan rata-rata tegangan pada penyulang Panimbang dengan menggunakan

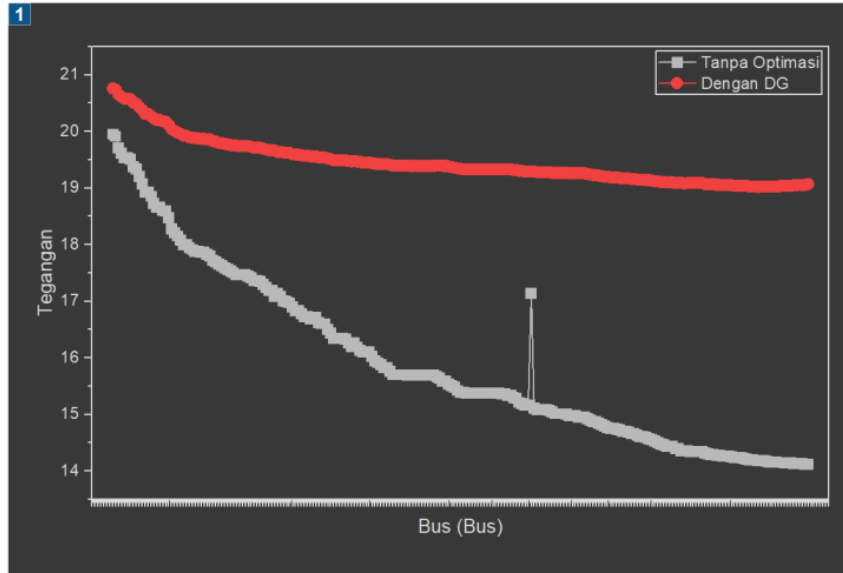
tiga buah PLTS sebesar 3,44%. Jatuh tegangan pada ujung penyulang sebesar 0,93 kV(5%).

Tabel 4.5 Pengujian *Load Flow* dengan Empat PLTS

Pengujian <i>Load Flow</i>	
<i>Load</i>	7,78 MW
<i>Generation</i>	8,223 MW
<i>Losses</i>	0,453 MW

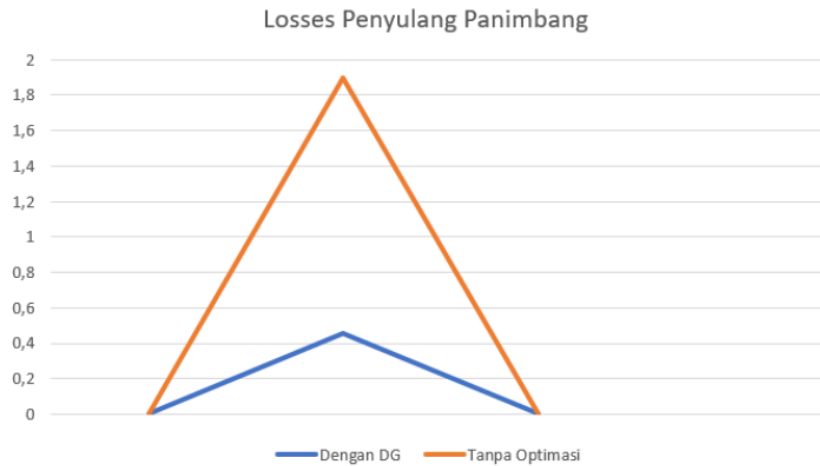
Tabel 4.5, menunjukkan losses pada penyulang Panimbang. Pada tabel 4.6, losses penyulang Panimbang mengalami penurunan dibandingkan dengan menghubungkan tiga buah PLTS. Dengan menggunakan metode DG yaitu dihubungkan dengan empat buah PLTS, tegangan penyulang Panimbang sudah optimal. Perbedaan antara losses penyulang Panimbang antara dengan tiga buah PLTS yang dihubungkan dengan menghubungkan empat buah PLTS sebesar 0,4 MW, sehingga penurunan losses sebesar 20%. Berikut adalah perhitungan persentase penurunan losses pada penyulang Panimbang yang dihubungkan dengan sebuah PLTS.

$$\text{Penurunan Losses} = \frac{0,5 - 0,4}{0,5} \times 100\% = 20\%$$



Gambar 4.6 Penambahan Antara Tanpa Optimasi dengan DG

Pada gambar 4.6 terlihat perbedaan tegangan pada penyulang Panimbang. Pada gambar 4.6, grafik berwarna biru yang menunjukkan tegangan penyulang Panimbang tanpa optimasi mengalami penurunan hingga kurang dari 15kV. Pada gambar 4.6, grafik berwarna abu-abu yang menunjukkan tegangan penyulang Panimbang dengan *Distributed Generation*, pada awalnya lebih dari 20kV lalu turun namun hanya sekitar 1kV saja yaitu sekitar 19kV. Terlihat perbedaan yang signifikan antara tanpa optimasi dengan penggunaan *Distributed Generation* terhadap penyulang Panimbang. Pada penyulang Panimbang, pada saat tidak menggunakan optimasi, terdapat keanehan yaitu pada bus 1134 dan bus 1241. Pada bus 1134 terjadi lonjakan tegangan hingga mencapai sekitar 17kV, sedangkan pada bus 1241 terjadi drop tegangan berlebih hingga mencapai sekitar 13kV.



Gambar 4.7 Penurunan *Losses* Metode DG

Pada gambar 4.7, menunjukkan perbedaan nilai *losses* yang terdapat pada penyulang Panimbang. Grafik biru menunjukkan nilai *losses* yang terdapat pada penyulang Panimbang sekitar 0,4MW. Grafik oranye menunjukkan nilai *losses* yang terdapat pada penyulang Panimbang sekitar 1,8MW. Perbedaan yang sangat signifikan antara tanpa optimasi dan *Distributed Generation*. Dengan *Distributed Generation*, penurunan *losses* pada penyulang Panimbang sekitar 76,07%, dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Penurunan \%} = \left(\frac{\text{Awal} - \text{Akhir}}{\text{Awal}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Penurunan \%} = \left(\frac{1,894 - 0,453}{1,894} \right) \times 100\% = 76,07\%$$

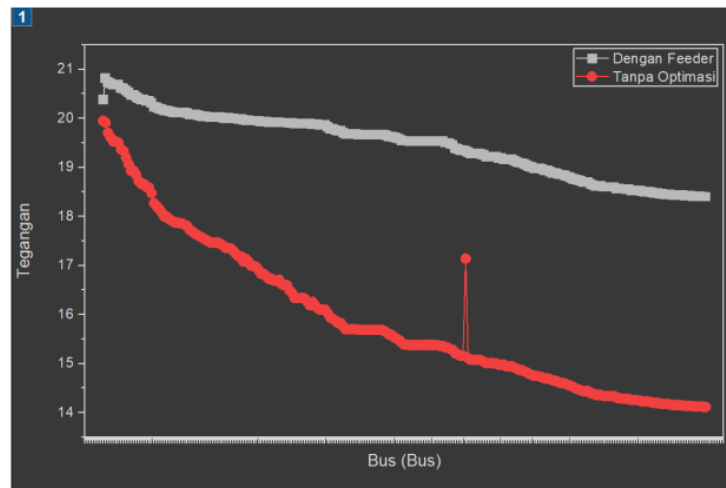
4.3 Metode Penambahan Jaringan Paralel

Pada penelitian ini, simulasi dilakukan dengan penambahan *feeder* pada penyulang Panimbang. Penambahan *feeder* pada penelitian ini dengan menggunakan 2 *feeder* tambahan yaitu Kalicaah dan Sumur SDCE. Penambahan *feeder* ditujukan untuk mengoptimalkan tegangan pada penyulang Panimbang.

Penempatan penambahan *feeder* berdasarkan terjadinya penurunan tegangan pada penyulang Panimbang.

Pada saat menambahkan *feeder* pada penyulang Panimbang, maka nilai impedansi pada penyulang Panimbang akan turun, sehingga tegangan menjadi optimal. Dikarenakan penyulang Panimbang tersebut diparalelkan, sehingga impedansi paralel total lebih kecil dibandingkan dengan impedansi tunggal. Pada saat impedansi menjadi kecil, maka tegangan akan menjadi lebih baik. Pada saat penyulang diparalelkan, maka arus beban akan menjadi terbai sesuai dengan jumlah *feeder* yang terhubung. Sehingga tegangan pada ujung penyulang akan menjadi lebih stabil dan lebih tinggi jika penyulang Panimbang tidak diparalelkan.

Selisih tegangan pada penyulang Panimbang dengan menggunakan metode penambahan *feeder* terletak pada lampiran A.6. Setelah diparalelkan, tegangan pada penyulang Panimbang menjadi optimal, sehingga tegangan pada setiap bus pada penyulang Panimbang sesuai dengan SPLN. SPLN pada penyulang Panimbang itu 5% - 10%, artinya tegangan pada penyulang Panimbang seharusnya sekitar 21kV sampai dengan 18kV. Dengan rata rata tegangan sebesar 19,46kV pada penyulang Panimbang. Setelah tegangan pada penyulang Panimbang menjadi optimal, maka nilai *Losses* pada penyulang Panimbang menjadi turun.



Gambar 4.8 Perbandingan Antara Optimasi dengan Penambahan Feeder

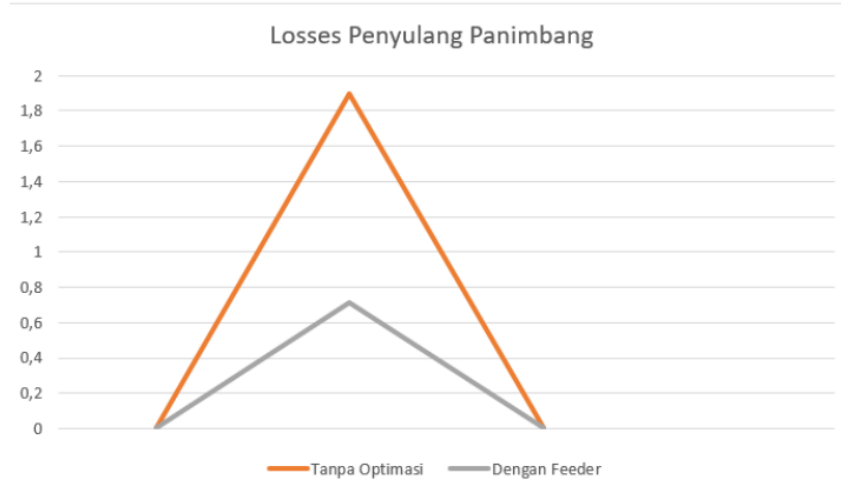
34

Pada gambar 4.8 merupakan grafik perbandingan tegangan antara tanpa optimasi dengan penambahan *feeder*. Grafik oranye menunjukkan bahwa tegangan pada penyulang Panimbang setelah diparalelkan menjadi stabil antara 20kV sampai dengan 18kV. Sedangkan grafik biru menunjukkan tegangan pada penyulang Panimbang sebelum diparalelkan, tegangan tersebut mengalami penurunan hingga dibawah 15kV. Dikarenakan tegangan pada Penyulang Panimbang menjadi optimal, maka nilai *losses* pada penyulang tersebut akan menurun. Pada penyulang Panimbang, pada saat tidak menggunakan optimasi, terdapat keanehan yaitu pada bus 1134 dan bus 1241. Pada bus 1134 terjadi lonjakan tegangan hingga mencapai sekitar 17kV, sedangkan pada bus 1241 terjadi drop tegangan berlebih hingga mencapai sekitar 13kV. Berikut adalah *losses* penyulang Panimbang dengan menggunakan metode penambahan *feeder*.

Tabel 4.6 Pengujian *Load Flow* dengan Penambahan *Feeder*

Pengujian <i>Load Flow</i>	
<i>Load</i>	7,726 MW
<i>Generation</i>	8,442 MW
<i>Losses</i>	0,716 MW

Pada tabel 4.6, *losses* penyulang Panimbang menjadi 0,716 MW. Hal tersebut dikarenakan tegangan penyulang sudah optimal. Tegangan penyulang Panimbang menjadi optimal disebabkan oleh nilai impedansi yang turun dikarenakan penyulang Panimbang yang diparalelkan. Berikut adalah perbandingan *losses* penyulang Panimbang antara tanpa optimasi dengan penambahan *feeder*.



Gambar 4.9 Penurunan *Losses* Metode Paralel

Pada gambar 4.9, menunjukkan perbedaan nilai *losses* yang terdapat pada penyulang Panimbang. Grafik abu-abu menunjukkan nilai *losses* yang terdapat pada penyulang Panimbang sekitar 0,7MW. Grafik oren menunjukkan nilai *losses* yang terdapat pada penyulang Panimbang sekitar 1,8MW. Perbedaan yang sangat signifikan antara tanpa optimasi dan *Distributed Generation*. Dengan *Distributed Generation*, penurunan *losses* pada penyulang Panimbang sekitar 62,22%, dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Penurunan \%} = \left(\frac{\text{Awal} - \text{Akhir}}{\text{Awal}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Penurunan \%} = \left(\frac{1,894 - 0,716}{1,894} \right) \times 100\% = 62,22\%$$

4.4 Metode *Distributed Generation* dan Penambahan Feeder

Pada percobaan ini, penyulang Panimbang dioptimalkan dengan menggunakan metode *Distributed Generation* dan penambahan feeder, berikut adalah tegangan hasil optimasi kedua metode yang digunakan.

Tabel 4.7 Selisih Tegangan Penyulang Panimbang dengan Metode DG dan
Penambahan Feeder

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
1	1388	21,05	-1,05	-5%	TIDAK SESUAI SPLN
2	1390	21,04	-1,04	-5%	TIDAK SESUAI SPLN
3	1392	20,99	-0,99	-5%	SESUAI SPLN
4	1394	20,97	-0,97	-5%	SESUAI SPLN
5	1405	20,95	-0,95	-5%	SESUAI SPLN
6	1406	20,95	-0,95	-5%	SESUAI SPLN
7	1408	20,95	-0,95	-5%	SESUAI SPLN
8	1410	20,92	-0,92	-5%	SESUAI SPLN
9	1412	20,91	-0,91	-5%	SESUAI SPLN
10	1414	20,88	-0,88	-4%	SESUAI SPLN
11	1416	20,85	-0,85	-4%	SESUAI SPLN
12	1418	20,82	-0,82	-4%	SESUAI SPLN
13	1419	20,82	-0,82	-4%	SESUAI SPLN
14	1421	20,8	-0,8	-4%	SESUAI SPLN
15	1423	20,78	-0,78	-4%	SESUAI SPLN
16	1425	20,77	-0,77	-4%	SESUAI SPLN
17	1426	20,77	-0,77	-4%	SESUAI SPLN
18	1428	20,75	-0,75	-4%	SESUAI SPLN
19	1430	20,75	-0,75	-4%	SESUAI SPLN
20	1433	20,73	-0,73	-4%	SESUAI SPLN
21	1437	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
22	1439	20,68	-0,68	-3%	SESUAI SPLN
23	1441	20,67	-0,67	-3%	SESUAI SPLN
24	1443	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
25	1493	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
26	1494	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
27	1496	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
28	1498	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
29	1500	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
30	1501	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
31	1503	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
32	1504	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
33	1507	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
34	1511	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
35	1515	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
36	1520	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
37	992	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
38	994	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
39	996	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
40	997	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
41	998	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
42	1005	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
43	1006	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
44	1007	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
45	1008	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
46	1010	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
47	1015	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
48	1017	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
49	1019	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
50	1020	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
51	1022	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
52	1023	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
53	1026	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
54	1028	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
55	1029	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
56	1544	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
57	1031	29,61	-9,61	-48%	SESUAI SPLN
58	1034	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
59	1036	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
60	1037	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
61	1038	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
62	1039	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
63	1044	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
64	1045	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
65	1047	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
66	1049	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
67	1050	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
68	1051	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
69	1052	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
70	1053	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
71	1546	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
72	1058	20,66	-0,66	-3%	SESUAI SPLN
73	1059	20,67	-0,67	-3%	SESUAI SPLN
74	1061	20,68	-0,68	-3%	SESUAI SPLN
75	1063	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
76	1387	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
77	1066	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
78	1067	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
79	1069	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
80	1071	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
81	1073	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
82	1074	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
83	1075	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
84	1076	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
85	1079	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
86	1081	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
87	1082	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
88	1083	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
89	1086	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
90	1088	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
91	1089	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
92	1090	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
93	1094	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
94	1095	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
95	1097	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
96	1099	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
97	1100	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
98	1101	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
99	1102	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
100	1105	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
101	1107	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
102	1109	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
103	1110	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
104	1112	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
105	1114	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
106	1115	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
107	1117	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
108	1118	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
109	1120	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
110	1122	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
111	1124	20,73	-0,73	-4%	SESUAI SPLN
112	1126	20,73	-0,73	-4%	SESUAI SPLN
113	1128	20,73	-0,73	-4%	SESUAI SPLN
114	1129	20,73	-0,73	-4%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
115	1132	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
116	1355	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
117	1134	20,72	-0,72	-4%	SESUAI SPLN
118	1136	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
119	1138	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
120	1139	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
121	1141	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
122	1143	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
123	1155	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
124	1159	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
125	1158	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
126	1156	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
127	1144	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
128	1146	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
129	1148	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
130	1149	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
131	1150	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
132	1153	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
133	1162	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
134	1548	20,71	-0,71	-4%	SESUAI SPLN
135	1164	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
136	1165	20,7	-0,7	-4%	SESUAI SPLN
137	1167	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
138	1168	20,69	-0,69	-3%	SESUAI SPLN
139	1171	20,67	-0,67	-3%	SESUAI SPLN
140	1174	20,67	-0,67	-3%	SESUAI SPLN
141	1176	20,66	-0,66	-3%	SESUAI SPLN
142	1178	20,66	-0,66	-3%	SESUAI SPLN
143	1179	20,66	-0,66	-3%	SESUAI SPLN
144	1357	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
145	1180	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
146	1183	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
147	1184	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
148	1185	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
149	1188	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
150	1190	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
151	1192	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
152	1197	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
153	1193	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
154	1194	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
155	1199	20,63	-0,63	-3%	SESUAI SPLN
156	1201	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
157	1202	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
158	1204	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
159	1205	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
160	1206	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
161	1207	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
162	1211	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
163	1212	20,6	-0,6	-3%	SESUAI SPLN
164	1215	20,59	-0,59	-3%	SESUAI SPLN
165	1216	20,59	-0,59	-3%	SESUAI SPLN
166	1218	20,58	-0,58	-3%	SESUAI SPLN
167	1220	20,57	-0,57	-3%	SESUAI SPLN
168	1222	20,56	-0,56	-3%	SESUAI SPLN
169	1223	20,55	-0,55	-3%	SESUAI SPLN
170	1226	20,54	-0,54	-3%	SESUAI SPLN
171	1227	20,54	-0,54	-3%	SESUAI SPLN
172	1228	20,54	-0,54	-3%	SESUAI SPLN
173	1231	20,53	-0,53	-3%	SESUAI SPLN
174	1233	20,53	-0,53	-3%	SESUAI SPLN
175	1234	20,53	-0,53	-3%	SESUAI SPLN
176	1236	20,52	-0,52	-3%	SESUAI SPLN
177	1359	20,51	-0,51	-3%	SESUAI SPLN
178	1374	20,51	-0,51	-3%	SESUAI SPLN
179	1237	20,51	-0,51	-3%	SESUAI SPLN
180	1240	20,5	-0,5	-3%	SESUAI SPLN
181	1241	20,49	-0,49	-2%	SESUAI SPLN
182	1243	20,48	-0,48	-2%	SESUAI SPLN
183	1244	20,48	-0,48	-2%	SESUAI SPLN
184	1245	20,47	-0,47	-2%	SESUAI SPLN
185	1246	20,47	-0,47	-2%	SESUAI SPLN
186	1247	20,46	-0,46	-2%	SESUAI SPLN
187	1248	20,45	-0,45	-2%	SESUAI SPLN
188	1249	20,45	-0,45	-2%	SESUAI SPLN
189	1257	20,45	-0,45	-2%	SESUAI SPLN
190	1258	20,45	-0,45	-2%	SESUAI SPLN
191	1259	20,45	-0,45	-2%	SESUAI SPLN
192	1262	20,44	-0,44	-2%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
193	1263	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
194	1266	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
195	1267	20,42	-0,42	-2%	SESUAI SPLN
196	1269	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
197	1270	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
198	1273	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
199	1274	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
200	1275	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
201	1278	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
202	1279	20,41	-0,41	-2%	SESUAI SPLN
203	1368	20,41	-0,41	-2%	SESUAI SPLN
204	1288	20,41	-0,41	-2%	SESUAI SPLN
205	1289	20,41	-0,41	-2%	SESUAI SPLN
206	1371	20,4	-0,4	-2%	SESUAI SPLN
207	1372	20,4	-0,4	-2%	SESUAI SPLN
208	1291	20,39	-0,39	-2%	SESUAI SPLN
209	1292	20,39	-0,39	-2%	SESUAI SPLN
210	1293	20,39	-0,39	-2%	SESUAI SPLN
211	1281	20,39	-0,39	-2%	SESUAI SPLN
212	1282	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
213	1296	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
214	1297	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
215	1299	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
216	1300	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
217	1303	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
218	1307	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
219	1304	20,36	-0,36	-2%	SESUAI SPLN
220	1308	20,36	-0,36	-2%	SESUAI SPLN
221	1305	20,36	-0,36	-2%	SESUAI SPLN
222	1309	20,36	-0,36	-2%	SESUAI SPLN
223	1369	20,36	-0,36	-2%	SESUAI SPLN
224	1306	20,36	-0,36	-2%	SESUAI SPLN
225	1310	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
226	1315	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
227	1316	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
228	1317	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
229	1318	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
230	1319	20,37	-0,37	-2%	SESUAI SPLN
231	1320	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
232	1321	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
233	1329	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
234	1330	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
235	1332	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
236	1331	20,39	-0,39	-2%	SESUAI SPLN
237	1337	20,4	-0,4	-2%	SESUAI SPLN

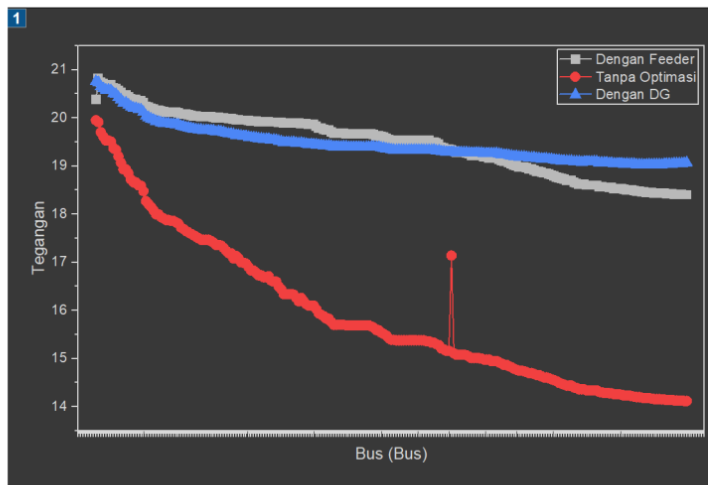
Pada tabel 4.7, tegangan penyulang Panimbang menjadi optimal, namun pada bagian awal penyulang Panimbang tidak sesuai dengan SPLN yaitu melebihi 21 kV. Dengan metode yang digunakan yaitu Distributed Generation dan penambahan feeder tidak dianjurkan dikarenakan dapat merusak alat yang digunakan dalam sistem jaringan distribusi. Rata-rata tegangan pada percobaan ini sebesar 20,64 kV, pada ujung penyulang tegangannya sebesar 20,4 kV.

Tabel 4.8 Pengujian *Load Flow* dengan Metode *Distributed Generation* dan Penambahan *Feeder*

Pengujian <i>Load Flow</i>	
Load	8,086 MW
Generation	8,349 MW
Losses	0,263 MW

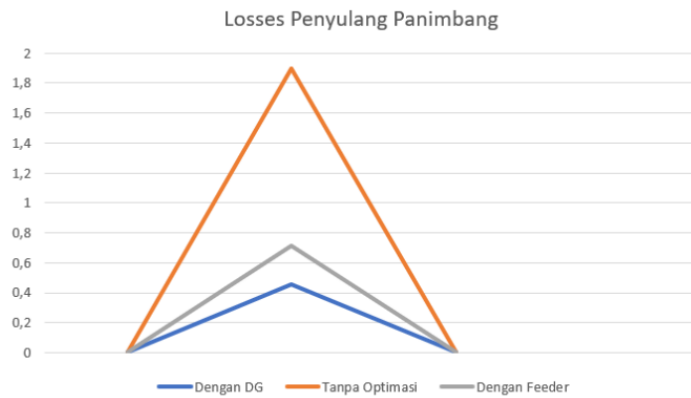
Pada tabel 4.8, losses penyulang panimbang menjadi turun pada saat menggunakan metode Distributed Generation dan penambahan feeder. Losses pada penyulang Panimbang menjadi 0,2 MW, penurunan sebesar 50%. Dengan menggunakan metode Distributed Generation dan penambahan feeder, losses pada penyulang Panimbang menjadi yang paling kecil dibandingkan dengan semua metode yang digunakan pada penelitian ini, namun jika menggunakan metode ini, akan terjadi beberapa kerusakan dalam penyulang Panimbang dikarenakan tegangan pada beberapa bus melebihi SPLN.

4.5 Analisis Perbandingan Metode Distributed Generation dengan Metode Penambahan Jaringan Distribusi



Gambar 4.10 Perbandingan Antara Tanpa Optimasi dengan Penambahan Feeder dan DG

Gambar 4.10 merupakan perbandingan nilai tegangan antara tanpa optimasi, dengan *Distributed Generation* dan penambahan *feeder*. Garis oren menunjukkan tegangan pada penyulang Panimbang dengan metode penambahan *feeder*, garis abu-abu menunjukkan tegangan pada penyulang Panimbang dengan metode *Distributed Generation* dan garis biru menunjukkan tegangan pada penyulang Panimbang tanpa optimasi. Dengan metode *Distributed Generation*, tegangan pada penyulang Panimbang dapat dioptimalkan sampai dengan rata-rata 19,45kV. Dengan metode penambahan *feeder*, tegangan pada penyulang Panimbang dapat dioptimalkan sampai dengan rata-rata 19,46kV. Dengan menggunakan metode *Distributed Generation*, tegangan ujung penyulang Panimbang lebih baik dibandingkan dengan metode penambahan *feeder*.



Gambar 4.11 Perbandingan Penurunan *Losses*

Gambar 4.11 merupakan perbandingan penurunan *losses* pada penyulang Panimbang antara metode *Distributed Generation* dan penambahan *feeder*. Garis oranye menunjukkan *losses* pada penyulang Panimbang tanpa optimasi. Garis abu-abu menunjukkan penurunan *losses* dengan metode penambahan *feeder*. Garis biru menunjukkan penurunan *losses* dengan metode *Distributed Generation*. Pada penelitian ini, dalam menurunkan *losses*, lebih baik metode *Distributed Generation* dibandingkan dengan metode penambahan *feeder*.

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian analisis optimasi penempatan PLTS sebagai *distributed generation* dan penambahan *feeder* dalam meningkatkan tegangan dan menurunkan *losses* penyulang Panimbang.

1. Berdasarkan ujung penyulang metode *distributed generation* dapat mengoptimalkan tegangan dengan persentase sebesar 35,06%, sedangkan dengan metode penambahan *feeder* mengoptimalkan persentase sebesar 30,29%, sehingga dalam menurunkan *losses*, metode *distributed generation* lebih baik dengan persentase penurunan sebesar 76,07%, sedangkan metode penambahan *feeder* persentase penurunan sebesar 62,22%.
2. Metode DG lebih baik dibandingkan dengan metode penambahan *feeder*, dikarenakan untuk mengoptimalkan tegangan, persentase kenaikan tegangan lebih baik dengan menggunakan metode DG.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan tegangan dan mengurangi *losses* dapat dilakukan dengan metode lain seperti menggunakan kapasitor, metode pecah beban dan mengganti jenis penghantar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. D. Wirayanto, A. Arlenny, and E. Zondra, "Sistem SCADA Pada Jaringan Distribusi PT.PLN (Persero) UP2D Pekanbaru," *J. Tek.*, vol. 16, no. 2, pp. 123–129, 2022, doi: 10.31849/teknik.v16i2.11094.
- [2] I. K. Winarta, E. H. Harun, and J. D. Giu, "Studi Susut Daya Jaringan Distribusi Primer Area Luwuk Melalui Simulasi Aliran Daya Menggunakan Metode Newton Raphson," *Transmisi*, vol. 23, no. 4, pp. 125–133, 2021, doi: 10.14710/transmisi.23.4.125-133.
- [3] I. Satriani, S. Akhmad, H. Fauziah, and M. F. Ali, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV untuk Mengurangi Drop Voltage Pada Penyulang Asuhan GI Daya," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, pp. 36–44, 2023.
- [4] P. Mangera, M. Rusdi, and A. P. Fridana, "ANALISIS RUGI TEGANGAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PADA PENYULANG KOMPI C PT . PLN (Persero) UP3 MERAUKE PENDAHULUAN Listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup , yang digunakan untuk menunjang aktivitas kehidupan sehari – hari . Energi listrik itu sendi," vol. 12, no. 01, 2023.
- [5] E. H. Harun, M. T. Adam, and J. Ilham, "Perbaikan Kualitas Tegangan Distribusi 20 kV di Gardu Hubung Lemito Melalui Studi Aliran Daya," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 143–147, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i2.13825.
- [6] F. Surusa, Q. Aini, A. I. Pratiwi, and Y. Mohamad, "Analisis Susut Non Teknis Akibat Gangguan pada kWh Meter PT. PLN UP3 Gorontalo," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 32–38, 2024, doi: 10.37905/jjee.v6i1.22380.
- [7] A. Perbaikan Susut Daya Pada Jaringan Distribusi PtPln Ulp Jayapura Penyulang Bougenville, E. Margaretha Ohee Jurusan Teknik Elektro, and J. Dultudes Mangopo Jurusan Teknik Elektro, "Analysis Of Power Loss Improvements In The Distribution Network At Pt. Pln (Persero) Ulp Jayapura, Bougenville Feeder," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 124–

- 135, 2022.
- [8] ⁴ A. Hariadi, I. Termawut, and A. Hafid, "Analisis Resiko Kegagalan Jaringan Distribusi PLN Menggunakan Metode Fault Tree Analysis," *IJESPG J.*, vol. 1, no. 3, pp. 254–267, 2023.
- [9] ²⁰ S. Sugianto, A. Jaya, and B. A. Ashad, "Analisis Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi Penyulang POLDA Area Makassar Utara Dengan ETAP 12.6," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 51–54, 2020, doi: 10.33387/protk.v7i1.1690.
- [10] ³ P. T. S. Tonasa, "Optimasi Jaringan Distribusi Listrik Dengan Pemasangan Kapasitor Pada Jaringan Tegangan Menengah 6.3 Kv Pt. Semen Tonasa," *Pros. Semin. Nas. NCIET*, vol. 1, no. 1, pp. 509–517, ⁹⁶ 2020, doi: 10.32497/nciet.v1i1.167.
- [11] ²⁷ I. B. Sulistiawati, I. Made Wartana, and C. Setiawan, "Analisis Performa Interkoneksi PLTS Pada Sistem Kelistrikan 20 kV Lombok Nusa Tenggara Barat," *J. FORTECH*, vol. 4, no. 2, pp. 9–17, 2023, doi: 10.56795/fortech.v4i2.4202.
- [12] ³⁹ M. T. A. L. H. Huda, I. M. Wartana, and I. B. Sulistiawati, "Integrasi PLTS Pada Sistem Distribusi 20 KV Untuk Meningkatkan Profil Tegangan Dan Mereduksi Rugi-Rugi Daya," *Magn. J. Mhs. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 107–116, ⁵³ 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/magnetika/article/view/9032>
- [13] ²⁶ Y. Moa and I. B. S. Awan Uji Krismanto, "ANALISIS PENGARUH INTEGRASI PLTS ON-GRID TERHADAP STABILITAS TEGANGAN SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK MAUMERE PADA PENYULANG GELITING," vol. 8, pp. 384–394, 2024.
- [14] ¹² T. Hidayat and A. Sofyan, "ANALISA REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 20kV DI PT PLN SUNGAI RUMBAI," *Rang Tek. J.*, vol. 6, no. 2, pp. 199–206, 2023, doi: 10.31869/rtj.v6i2.4164.

- [15] ⁹ Epiwardi, Ruwah Joto, and Muhammad Urfan Barran Rusyda Marzuq, "Analisis Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Listrik dan Perkembangan Beban Pada Perumahan The Grand Kenjeran Surabaya," *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 9, no. 3, pp. 146–154, 2023, doi: 10.33795/elposys.v9i3.649.
- [16] ⁴⁶ D. Sambudo and A. Kiswantono, "Analisa Konfigurasi Drop Tegangan Dengan Menggunakan Sistem Loop Scheme Pada Etap 12.6. 0," *SinarFe7*, pp. 650–653, 2021.
- [17] ⁶ N. R. Alham, R. M. Utomo, H. Hilmansyah, M. Muslimin, A. W. Aditya, and A. Mubarak, "Studi Tentang Perbaikan Jatuh Tegangan Di Tiang Ujung Jaringan Tegangan Rendah Pada Pt.Pln Up3 Area Samarinda," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 2, pp. 212–216, 2022, doi: 10.36277/jteuniba.v6i2.140.
- [18] ³⁷ J. Manihuruk, T. Simorangkir, and N. L. Sitanggang, "Studi Kemampuan Arrester Untuk Pengaman Transformator Pada Gardu Induk Tanjung Morawa 150 KV," *J. ELPOTecs*, vol. 4, no. 1, pp. 16–25, 2021, doi: 10.51622/elpotecs.v4i1.447.
- [19] ¹⁸ J. Prasetyo Pilat and H. Tumaliang, "Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Distribusi 20 Kv Di Kabupaten Kepulauan Sangihe," *J. Josua Prasetyo Pilat*, pp. 1–6, 2022.
- [20] ¹⁴ A. M. Baharudin, K. Suhada, and Y. Yudiana, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Trafo Online Menggunakan Aplikasi Whatsapp Berbasis Iot Studi Kasus Pada Gardu Induk PLN 150KV Mekarsari," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 17, no. 3, pp. 135–145, 2022, doi: 10.35969/interkom.v17i3.263.
- [21] ³⁶ Ahmad, Iswandi, Antarissubhi, and Suryani, "Analisis Penambahan Trafo Sisipan pada Penyulang ULP Panakkukang dengan Menggunakan plikasi ETAP 12.6.0," *Kohesi:Jurnal Multidisiplin Saintek*, vol. 01, no. 12, pp. 195–222, 2023, doi: 10.1201/9781032622408-13.

- [22] ³⁵ Maya Saralina and Bagus Dwi Cahyono, "Perancangan Panel Kapasitor Bank 1200Kvardi Pt. Tiga Kreasi Indonesia," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 3, pp. 32–39, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.373.
- [23] ⁵⁷ L. Yendi, E., & Sigit, "Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan. Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik, 11(1), 103-113.," ⁷⁹ *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11), 951–952.*, vol. 42, no. 2, p. 283, 2021.
- [24] ²⁴ D. Desmira, "Pengaruh Susut Energi (Losses) Pada Jaringan Distribusi (Studi Kasus: di PT. Krakatau Daya listrik)," *Energi & Kelistrikan*, vol. 12, no. 2, pp. 80–89, 2020, doi: 10.33322/energi.v12i2.1079.
- [25] ²³ S. Syukri, T. M. Asyadi, M. Muliadi, and F. Moesnadi, "Analisa Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang LS5 Gardu LSA 249," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 202–206, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i2.14500.
- [26] A. A. Pratama, F. Ahmad, Joko, and P. Wanarti, "Perhitungan Rugi-Rugi Daya ⁵⁴ Pada Unit Boiler Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS) Cepu," *J. Tek. Elektro*, vol. 13, no. 3, pp. 281–288, 2024.
- [27] ²² Muflizar A. R., Rudito H., and Idris A. R., "Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap RugiRugi Daya dan Arus Netral di Baloiya Kepulauan Selayar serta Dampaknya Terhadap Pelanggan Distribusi," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, no. September, pp. 24–28, 2021.
- [28] ²⁹ F. D. Safitri, "Simulasi Penempatan Transformator Pada Jaringan Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan Menggunakan Etap Power Station 12.6.0," *J. Edukasi Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 12–24, 2020, doi: 10.21831/jee.v4i1.29315.
- [29] S. N. Fitri, N. Y. Irwan, Annisa, S. Hidayatullah, M. D. Faraby, and A. R. Sultan, "Analisa Penempatan Distributed Generator Pada IEEE 33 Bus Sistem Distribusi Radial," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform. 2023-*

Teknik List., vol. 9, no. 1, pp. 8–12, 2023.

- [30] ⁴ A. Yusra, Muliadi, and Syukri, “Analisa Jatuh Tegangan dan Losses Pada Sistem Distribusi 20 kV Penyulang Simpang Rima,” ⁷⁷ *Aceh J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2022.
- [31] ⁹⁴ A. Mampori, S. Silimang, and M. Rumbayan, ²⁴ “Voltage Improvement on the 20kV Feeder Tinoring Distribution Line,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 43–48, 2023.

LAMPIRAN

Lampiran A.1 Selisih Tegangan Penyulang Panimbang tanpa Optimasi

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
1	1388	19,95	0,05	0%	SESUAI SPLN
2	1390	19,91	0,09	0%	SESUAI SPLN
3	1392	19,7	0,3	2%	SESUAI SPLN
4	1394	19,61	0,39	2%	SESUAI SPLN
5	1405	19,53	0,47	2%	SESUAI SPLN
6	1406	19,53	0,47	2%	SESUAI SPLN
7	1408	19,51	0,49	2%	SESUAI SPLN
8	1410	19,37	0,63	3%	SESUAI SPLN
9	1412	19,34	0,66	3%	SESUAI SPLN
10	1414	19,2	0,8	4%	SESUAI SPLN
11	1416	19,07	0,93	5%	SESUAI SPLN
12	1418	18,93	1,07	5%	SESUAI SPLN
13	1419	18,93	1,07	5%	SESUAI SPLN
14	1421	18,85	1,15	6%	SESUAI SPLN
15	1423	18,72	1,28	6%	SESUAI SPLN
16	1425	18,66	1,34	7%	SESUAI SPLN
17	1426	18,66	1,34	7%	SESUAI SPLN
18	1428	18,6	1,4	7%	SESUAI SPLN
19	1430	18,59	1,41	7%	SESUAI SPLN
20	1433	18,48	1,52	8%	SESUAI SPLN
21	1437	18,27	1,73	9%	SESUAI SPLN
22	1439	18,21	1,79	9%	SESUAI SPLN
23	1441	18,15	1,85	9%	SESUAI SPLN
24	1443	18,08	1,92	10%	SESUAI SPLN
25	1493	18	2	10%	SESUAI SPLN
26	1494	18	2	10%	SESUAI SPLN
27	1496	17,94	2,06	10%	TIDAK SESUAI SPLN
28	1498	17,91	2,09	10%	TIDAK SESUAI SPLN
29	1500	17,88	2,12	11%	TIDAK SESUAI SPLN
30	1501	17,88	2,12	11%	TIDAK SESUAI SPLN
31	1503	17,86	2,14	11%	TIDAK SESUAI SPLN
32	1504	17,86	2,14	11%	TIDAK SESUAI SPLN
33	1507	17,83	2,17	11%	TIDAK SESUAI SPLN
34	1511	17,8	2,2	11%	TIDAK SESUAI SPLN
35	1515	17,72	2,28	11%	TIDAK SESUAI SPLN
36	1520	17,69	2,31	12%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
37	992	17,65	2,35	12%	TIDAK SESUAI SPLN
38	994	17,62	2,38	12%	TIDAK SESUAI SPLN
39	996	17,59	2,41	12%	TIDAK SESUAI SPLN
40	997	17,56	2,44	12%	TIDAK SESUAI SPLN
41	998	17,53	2,47	12%	TIDAK SESUAI SPLN
42	1005	17,5	2,5	13%	TIDAK SESUAI SPLN
43	1006	17,47	2,53	13%	TIDAK SESUAI SPLN
44	1007	17,47	2,53	13%	TIDAK SESUAI SPLN
45	1008	17,47	2,53	13%	TIDAK SESUAI SPLN
46	1010	17,47	2,53	13%	TIDAK SESUAI SPLN
47	1015	17,44	2,56	13%	TIDAK SESUAI SPLN
48	1017	17,41	2,59	13%	TIDAK SESUAI SPLN
49	1019	17,36	2,64	13%	TIDAK SESUAI SPLN
50	1020	17,36	2,64	13%	TIDAK SESUAI SPLN
51	1022	17,35	2,65	13%	TIDAK SESUAI SPLN
52	1023	17,3	2,7	14%	TIDAK SESUAI SPLN
53	1026	17,24	2,76	14%	TIDAK SESUAI SPLN
54	1028	17,19	2,81	14%	TIDAK SESUAI SPLN
55	1029	17,19	2,81	14%	TIDAK SESUAI SPLN
56	1544	17,08	2,92	15%	TIDAK SESUAI SPLN
57	1031	17,13	2,87	14%	TIDAK SESUAI SPLN
58	1034	17,08	2,92	15%	TIDAK SESUAI SPLN
59	1036	17	3	15%	TIDAK SESUAI SPLN
60	1037	16,99	3,01	15%	TIDAK SESUAI SPLN
61	1038	16,97	3,03	15%	TIDAK SESUAI SPLN
62	1039	16,9	3,1	16%	TIDAK SESUAI SPLN
63	1044	16,83	3,17	16%	TIDAK SESUAI SPLN
64	1045	16,83	3,17	16%	TIDAK SESUAI SPLN
65	1047	16,78	3,22	16%	TIDAK SESUAI SPLN
66	1049	16,73	3,27	16%	TIDAK SESUAI SPLN
67	1050	16,73	3,27	16%	TIDAK SESUAI SPLN
68	1051	16,69	3,31	17%	TIDAK SESUAI SPLN
69	1052	16,69	3,31	17%	TIDAK SESUAI SPLN
70	1053	16,71	3,29	16%	TIDAK SESUAI SPLN
71	1546	16,62	3,38	17%	TIDAK SESUAI SPLN
72	1058	16,6	3,4	17%	TIDAK SESUAI SPLN
73	1059	16,6	3,4	17%	TIDAK SESUAI SPLN
74	1061	16,5	3,5	18%	TIDAK SESUAI SPLN
75	1063	16,44	3,56	18%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
76	1387	16,34	3,66	18%	TIDAK SESUAI SPLN
77	1066	16,34	3,66	18%	TIDAK SESUAI SPLN
78	1067	16,34	3,66	18%	TIDAK SESUAI SPLN
79	1069	16,34	3,66	18%	TIDAK SESUAI SPLN
80	1071	16,33	3,67	18%	TIDAK SESUAI SPLN
81	1073	16,26	3,74	19%	TIDAK SESUAI SPLN
82	1074	16,19	3,81	19%	TIDAK SESUAI SPLN
83	1075	16,26	3,74	19%	TIDAK SESUAI SPLN
84	1076	16,19	3,81	19%	TIDAK SESUAI SPLN
85	1079	16,13	3,87	19%	TIDAK SESUAI SPLN
86	1081	16,1	3,9	20%	TIDAK SESUAI SPLN
87	1082	16,1	3,9	20%	TIDAK SESUAI SPLN
88	1083	16,1	3,9	20%	TIDAK SESUAI SPLN
89	1086	16,03	3,97	20%	TIDAK SESUAI SPLN
90	1088	15,94	4,06	20%	TIDAK SESUAI SPLN
91	1089	15,91	4,09	20%	TIDAK SESUAI SPLN
92	1090	15,88	4,12	21%	TIDAK SESUAI SPLN
93	1094	15,83	4,17	21%	TIDAK SESUAI SPLN
94	1095	15,83	4,17	21%	TIDAK SESUAI SPLN
95	1097	15,76	4,24	21%	TIDAK SESUAI SPLN
96	1099	15,7	4,3	22%	TIDAK SESUAI SPLN
97	1100	15,7	4,3	22%	TIDAK SESUAI SPLN
98	1101	15,7	4,3	22%	TIDAK SESUAI SPLN
99	1102	15,7	4,3	22%	TIDAK SESUAI SPLN
100	1105	15,7	4,3	22%	TIDAK SESUAI SPLN
101	1107	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
102	1109	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
103	1110	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
104	1112	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
105	1114	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
106	1115	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
107	1117	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
108	1118	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
109	1120	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
110	1122	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
111	1124	15,67	4,33	22%	TIDAK SESUAI SPLN
112	1126	15,64	4,36	22%	TIDAK SESUAI SPLN
113	1128	15,59	4,41	22%	TIDAK SESUAI SPLN
114	1129	15,59	4,41	22%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
115	1132	15,54	4,46	22%	TIDAK SESUAI SPLN
116	1355	15,51	4,49	22%	TIDAK SESUAI SPLN
117	1134	15,48	4,52	23%	TIDAK SESUAI SPLN
118	1136	15,42	4,58	23%	TIDAK SESUAI SPLN
119	1138	15,39	4,61	23%	TIDAK SESUAI SPLN
120	1139	15,39	4,61	23%	TIDAK SESUAI SPLN
121	1141	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
122	1143	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
123	1155	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
124	1159	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
125	1158	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
126	1156	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
127	1144	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
128	1146	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
129	1148	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
130	1149	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
131	1150	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
132	1153	15,38	4,62	23%	TIDAK SESUAI SPLN
133	1162	15,36	4,64	23%	TIDAK SESUAI SPLN
134	1548	15,36	4,64	23%	TIDAK SESUAI SPLN
135	1164	15,33	4,67	23%	TIDAK SESUAI SPLN
136	1165	15,33	4,67	23%	TIDAK SESUAI SPLN
137	1167	15,3	4,7	24%	TIDAK SESUAI SPLN
138	1168	15,28	4,72	24%	TIDAK SESUAI SPLN
139	1171	15,21	4,79	24%	TIDAK SESUAI SPLN
140	1174	15,19	4,81	24%	TIDAK SESUAI SPLN
141	1176	15,16	4,84	24%	TIDAK SESUAI SPLN
142	1178	15,16	4,84	24%	TIDAK SESUAI SPLN
143	1179	17,14	2,86	14%	TIDAK SESUAI SPLN
144	1357	15,11	4,89	24%	TIDAK SESUAI SPLN
145	1180	15,08	4,92	25%	TIDAK SESUAI SPLN
146	1183	15,08	4,92	25%	TIDAK SESUAI SPLN
147	1184	15,08	4,92	25%	TIDAK SESUAI SPLN
148	1185	15,08	4,92	25%	TIDAK SESUAI SPLN
149	1188	15,07	4,93	25%	TIDAK SESUAI SPLN
150	1190	15,04	4,96	25%	TIDAK SESUAI SPLN
151	1192	15,01	4,99	25%	TIDAK SESUAI SPLN
152	1197	15,01	4,99	25%	TIDAK SESUAI SPLN
153	1193	15,01	4,99	25%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
154	1194	15,01	4,99	25%	TIDAK SESUAI SPLN
155	1199	15	5	25%	TIDAK SESUAI SPLN
156	1201	14,98	5,02	25%	TIDAK SESUAI SPLN
157	1202	14,98	5,02	25%	TIDAK SESUAI SPLN
158	1204	14,98	5,02	25%	TIDAK SESUAI SPLN
159	1205	14,95	5,05	25%	TIDAK SESUAI SPLN
160	1206	14,95	5,05	25%	TIDAK SESUAI SPLN
161	1207	14,95	5,05	25%	TIDAK SESUAI SPLN
162	1211	14,92	5,08	25%	TIDAK SESUAI SPLN
163	1212	14,9	5,1	26%	TIDAK SESUAI SPLN
164	1215	14,87	5,13	26%	TIDAK SESUAI SPLN
165	1216	14,87	5,13	26%	TIDAK SESUAI SPLN
166	1218	14,84	5,16	26%	TIDAK SESUAI SPLN
167	1220	14,82	5,18	26%	TIDAK SESUAI SPLN
168	1222	14,79	5,21	26%	TIDAK SESUAI SPLN
169	1223	14,77	5,23	26%	TIDAK SESUAI SPLN
170	1226	14,75	5,25	26%	TIDAK SESUAI SPLN
171	1227	14,75	5,25	26%	TIDAK SESUAI SPLN
172	1228	14,74	5,26	26%	TIDAK SESUAI SPLN
173	1231	14,72	5,28	26%	TIDAK SESUAI SPLN
174	1233	14,7	5,3	27%	TIDAK SESUAI SPLN
175	1234	14,7	5,3	27%	TIDAK SESUAI SPLN
176	1236	14,68	5,32	27%	TIDAK SESUAI SPLN
177	1359	14,66	5,34	27%	TIDAK SESUAI SPLN
178	1374	14,66	5,34	27%	TIDAK SESUAI SPLN
179	1237	14,63	5,37	27%	TIDAK SESUAI SPLN
180	1240	14,61	5,39	27%	TIDAK SESUAI SPLN
181	1241	14,61	5,39	27%	TIDAK SESUAI SPLN
182	1243	14,59	5,41	27%	TIDAK SESUAI SPLN
183	1244	14,57	5,43	27%	TIDAK SESUAI SPLN
184	1245	14,55	5,45	27%	TIDAK SESUAI SPLN
185	1246	14,53	5,47	27%	TIDAK SESUAI SPLN
186	1247	14,5	5,5	28%	TIDAK SESUAI SPLN
187	1248	14,48	5,52	28%	TIDAK SESUAI SPLN
188	1249	14,46	5,54	28%	TIDAK SESUAI SPLN
189	1257	14,44	5,56	28%	TIDAK SESUAI SPLN
190	1258	14,44	5,56	28%	TIDAK SESUAI SPLN
191	1259	14,44	5,56	28%	TIDAK SESUAI SPLN
192	1262	14,4	5,6	28%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
193	1263	14,39	5,61	28%	TIDAK SESUAI SPLN
194	1266	14,36	5,64	28%	TIDAK SESUAI SPLN
195	1267	14,36	5,64	28%	TIDAK SESUAI SPLN
196	1269	14,36	5,64	28%	TIDAK SESUAI SPLN
197	1270	14,34	5,66	28%	TIDAK SESUAI SPLN
198	1273	14,34	5,66	28%	TIDAK SESUAI SPLN
199	1274	14,34	5,66	28%	TIDAK SESUAI SPLN
200	1275	14,34	5,66	28%	TIDAK SESUAI SPLN
201	1278	14,34	5,66	28%	TIDAK SESUAI SPLN
202	1279	14,31	5,69	28%	TIDAK SESUAI SPLN
203	1368	14,3	5,7	29%	TIDAK SESUAI SPLN
204	1288	14,29	5,71	29%	TIDAK SESUAI SPLN
205	1289	14,29	5,71	29%	TIDAK SESUAI SPLN
206	1371	14,28	5,72	29%	TIDAK SESUAI SPLN
207	1372	14,28	5,72	29%	TIDAK SESUAI SPLN
208	1291	14,26	5,74	29%	TIDAK SESUAI SPLN
209	1292	14,26	5,74	29%	TIDAK SESUAI SPLN
210	1293	14,26	5,74	29%	TIDAK SESUAI SPLN
211	1281	14,25	5,75	29%	TIDAK SESUAI SPLN
212	1282	14,23	5,77	29%	TIDAK SESUAI SPLN
213	1296	14,23	5,77	29%	TIDAK SESUAI SPLN
214	1297	14,23	5,77	29%	TIDAK SESUAI SPLN
215	1299	14,22	5,78	29%	TIDAK SESUAI SPLN
216	1300	14,21	5,79	29%	TIDAK SESUAI SPLN
217	1303	14,2	5,8	29%	TIDAK SESUAI SPLN
218	1307	14,2	5,8	29%	TIDAK SESUAI SPLN
219	1304	14,19	5,81	29%	TIDAK SESUAI SPLN
220	1308	14,18	5,82	29%	TIDAK SESUAI SPLN
221	1305	14,18	5,82	29%	TIDAK SESUAI SPLN
222	1309	14,18	5,82	29%	TIDAK SESUAI SPLN
223	1369	14,17	5,83	29%	TIDAK SESUAI SPLN
224	1306	14,16	5,84	29%	TIDAK SESUAI SPLN
225	1310	14,16	5,84	29%	TIDAK SESUAI SPLN
226	1315	14,16	5,84	29%	TIDAK SESUAI SPLN
227	1316	14,15	5,85	29%	TIDAK SESUAI SPLN
228	1317	14,15	5,85	29%	TIDAK SESUAI SPLN
229	1318	14,14	5,86	29%	TIDAK SESUAI SPLN
230	1319	14,14	5,86	29%	TIDAK SESUAI SPLN
231	1320	14,14	5,86	29%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
232	1321	14,13	5,87	29%	TIDAK SESUAI SPLN
233	1329	14,13	5,87	29%	TIDAK SESUAI SPLN
234	1330	14,13	5,87	29%	TIDAK SESUAI SPLN
235	1332	14,13	5,87	29%	TIDAK SESUAI SPLN
236	1331	14,12	5,88	29%	TIDAK SESUAI SPLN
237	1337	14,12	5,88	29%	TIDAK SESUAI SPLN

Lampiran A.2 Selisih Tegangan Penyulang Panimbang dengan Satu PLTS

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
1	1388	20,24	-0,24	-1%	SESUAI SPLN
2	1390	20,2	-0,2	-1%	SESUAI SPLN
3	1392	20,04	-0,04	0%	SESUAI SPLN
4	1394	19,96	0,04	0%	SESUAI SPLN
5	1405	19,9	0,1	1%	SESUAI SPLN
6	1406	19,9	0,1	1%	SESUAI SPLN
7	1408	19,88	0,12	1%	SESUAI SPLN
8	1410	19,77	0,23	1%	SESUAI SPLN
9	1412	19,74	0,26	1%	SESUAI SPLN
10	1414	19,63	0,37	2%	SESUAI SPLN
11	1416	19,53	0,47	2%	SESUAI SPLN
12	1418	19,41	0,59	3%	SESUAI SPLN
13	1419	19,41	0,59	3%	SESUAI SPLN
14	1421	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
15	1423	19,25	0,75	4%	SESUAI SPLN
16	1425	19,2	0,8	4%	SESUAI SPLN
17	1426	19,2	0,8	4%	SESUAI SPLN
18	1428	19,15	0,85	4%	SESUAI SPLN
19	1430	19,14	0,86	4%	SESUAI SPLN
20	1433	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
21	1437	18,88	1,12	6%	SESUAI SPLN
22	1439	18,83	1,17	6%	SESUAI SPLN
23	1441	18,78	1,22	6%	SESUAI SPLN
24	1443	18,78	1,22	6%	SESUAI SPLN
25	1493	18,67	1,33	7%	SESUAI SPLN
26	1494	18,66	1,34	7%	SESUAI SPLN
27	1496	18,61	1,39	7%	SESUAI SPLN
28	1498	18,59	1,41	7%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
		Volt	Volt	%inMag	
29	1500	18,57	1,43	7%	SESUAI SPLN
30	1501	18,57	1,43	7%	SESUAI SPLN
31	1503	18,55	1,45	7%	SESUAI SPLN
32	1504	18,55	1,45	7%	SESUAI SPLN
33	1507	18,53	1,47	7%	SESUAI SPLN
34	1511	18,51	1,49	7%	SESUAI SPLN
35	1515	18,45	1,55	8%	SESUAI SPLN
36	1520	18,42	1,58	8%	SESUAI SPLN
37	992	18,39	1,61	8%	SESUAI SPLN
38	994	18,36	1,64	8%	SESUAI SPLN
39	996	18,34	1,66	8%	SESUAI SPLN
40	997	18,32	1,68	8%	SESUAI SPLN
41	998	18,29	1,71	9%	SESUAI SPLN
42	1005	18,25	1,75	9%	SESUAI SPLN
43	1006	18,25	1,75	9%	SESUAI SPLN
44	1007	18,25	1,75	9%	SESUAI SPLN
45	1008	18,24	1,76	9%	SESUAI SPLN
46	1010	18,24	1,76	9%	SESUAI SPLN
47	1015	18,23	1,77	9%	SESUAI SPLN
48	1017	18,21	1,79	9%	SESUAI SPLN
49	1019	18,16	1,84	9%	SESUAI SPLN
50	1020	18,16	1,84	9%	SESUAI SPLN
51	1022	18,16	1,84	9%	SESUAI SPLN
52	1023	18,11	1,89	9%	SESUAI SPLN
53	1026	18,07	1,93	10%	SESUAI SPLN
54	1028	18,03	1,97	10%	SESUAI SPLN
55	1029	18,03	1,97	10%	SESUAI SPLN
56	1544	17,95	2,05	10%	TIDAK SESUAI SPLN
57	1031	17,99	2,01	10%	TIDAK SESUAI SPLN
58	1034	17,95	2,05	10%	TIDAK SESUAI SPLN
59	1036	17,89	2,11	11%	TIDAK SESUAI SPLN
60	1037	17,88	2,12	11%	TIDAK SESUAI SPLN
61	1038	17,87	2,13	11%	TIDAK SESUAI SPLN
62	1039	17,82	2,18	11%	TIDAK SESUAI SPLN
63	1044	17,76	2,24	11%	TIDAK SESUAI SPLN
64	1045	17,76	2,24	11%	TIDAK SESUAI SPLN
65	1047	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
66	1049	17,69	2,31	12%	TIDAK SESUAI SPLN
67	1050	17,69	2,31	12%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
		Volt	Volt	%inMag	
68	1051	17,65	2,35	12%	TIDAK SESUAI SPLN
69	1052	17,65	2,35	12%	TIDAK SESUAI SPLN
70	1053	17,65	2,35	12%	TIDAK SESUAI SPLN
71	1546	17,6	2,4	12%	TIDAK SESUAI SPLN
72	1058	17,59	2,41	12%	TIDAK SESUAI SPLN
73	1059	17,59	2,41	12%	TIDAK SESUAI SPLN
74	1061	17,51	2,49	12%	TIDAK SESUAI SPLN
75	1063	17,47	2,53	13%	TIDAK SESUAI SPLN
76	1387	17,39	2,61	13%	TIDAK SESUAI SPLN
77	1066	17,39	2,61	13%	TIDAK SESUAI SPLN
78	1067	17,39	2,61	13%	TIDAK SESUAI SPLN
79	1069	17,39	2,61	13%	TIDAK SESUAI SPLN
80	1071	17,39	2,61	13%	TIDAK SESUAI SPLN
81	1073	17,34	2,66	13%	TIDAK SESUAI SPLN
82	1074	17,34	2,66	13%	TIDAK SESUAI SPLN
83	1075	17,29	2,71	14%	TIDAK SESUAI SPLN
84	1076	17,29	2,71	14%	TIDAK SESUAI SPLN
85	1079	17,24	2,76	14%	TIDAK SESUAI SPLN
86	1081	17,22	2,78	14%	TIDAK SESUAI SPLN
87	1082	17,22	2,78	14%	TIDAK SESUAI SPLN
88	1083	17,22	2,78	14%	TIDAK SESUAI SPLN
89	1086	17,17	2,83	14%	TIDAK SESUAI SPLN
90	1088	17,1	2,9	15%	TIDAK SESUAI SPLN
91	1089	17,08	2,92	15%	TIDAK SESUAI SPLN
92	1090	17,06	2,94	15%	TIDAK SESUAI SPLN
93	1094	17,02	2,98	15%	TIDAK SESUAI SPLN
94	1095	17,02	2,98	15%	TIDAK SESUAI SPLN
95	1097	16,96	3,04	15%	TIDAK SESUAI SPLN
96	1099	16,93	3,07	15%	TIDAK SESUAI SPLN
97	1100	16,92	3,08	15%	TIDAK SESUAI SPLN
98	1101	16,92	3,08	15%	TIDAK SESUAI SPLN
99	1102	16,92	3,08	15%	TIDAK SESUAI SPLN
100	1105	16,92	3,08	15%	TIDAK SESUAI SPLN
101	1107	16,92	3,08	15%	TIDAK SESUAI SPLN
102	1109	16,92	3,08	15%	TIDAK SESUAI SPLN
103	1110	16,92	3,08	15%	TIDAK SESUAI SPLN
104	1112	16,91	3,09	15%	TIDAK SESUAI SPLN
105	1114	16,91	3,09	15%	TIDAK SESUAI SPLN
106	1115	16,91	3,09	15%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
		Volt	Volt	%inMag	
107	1117	16,91	3,09	15%	TIDAK SESUAI SPLN
108	1118	16,91	3,09	15%	TIDAK SESUAI SPLN
109	1120	16,91	3,09	15%	TIDAK SESUAI SPLN
110	1122	16,91	3,09	15%	TIDAK SESUAI SPLN
111	1124	16,9	3,1	16%	TIDAK SESUAI SPLN
112	1126	16,88	3,12	16%	TIDAK SESUAI SPLN
113	1128	16,84	3,16	16%	TIDAK SESUAI SPLN
114	1129	16,84	3,16	16%	TIDAK SESUAI SPLN
115	1132	16,8	3,2	16%	TIDAK SESUAI SPLN
116	1355	16,77	3,23	16%	TIDAK SESUAI SPLN
117	1134	16,74	3,26	16%	TIDAK SESUAI SPLN
118	1136	16,68	3,32	17%	TIDAK SESUAI SPLN
119	1138	16,65	3,35	17%	TIDAK SESUAI SPLN
120	1139	16,65	3,35	17%	TIDAK SESUAI SPLN
121	1141	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
122	1143	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
123	1155	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
124	1159	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
125	1158	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
126	1156	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
127	1144	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
128	1146	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
129	1148	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
130	1149	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
131	1150	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
132	1153	16,64	3,36	17%	TIDAK SESUAI SPLN
133	1162	16,62	3,38	17%	TIDAK SESUAI SPLN
134	1548	16,62	3,38	17%	TIDAK SESUAI SPLN
135	1164	16,59	3,41	17%	TIDAK SESUAI SPLN
136	1165	16,59	3,41	17%	TIDAK SESUAI SPLN
137	1167	16,57	3,43	17%	TIDAK SESUAI SPLN
138	1168	16,55	3,45	17%	TIDAK SESUAI SPLN
139	1171	16,48	3,52	18%	TIDAK SESUAI SPLN
140	1174	16,46	3,54	18%	TIDAK SESUAI SPLN
141	1176	16,43	3,57	18%	TIDAK SESUAI SPLN
142	1178	16,43	3,57	18%	TIDAK SESUAI SPLN
143	1179	16,41	3,59	18%	TIDAK SESUAI SPLN
144	1357	16,38	3,62	18%	TIDAK SESUAI SPLN
145	1180	16,36	3,64	18%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
		Volt	Volt	%inMag	
146	1183	16,36	3,64	18%	TIDAK SESUAI SPLN
147	1184	16,36	3,64	18%	TIDAK SESUAI SPLN
148	1185	16,36	3,64	18%	TIDAK SESUAI SPLN
149	1188	16,35	3,65	18%	TIDAK SESUAI SPLN
150	1190	16,32	3,68	18%	TIDAK SESUAI SPLN
151	1192	16,29	3,71	19%	TIDAK SESUAI SPLN
152	1197	16,29	3,71	19%	TIDAK SESUAI SPLN
153	1193	16,29	3,71	19%	TIDAK SESUAI SPLN
154	1194	16,29	3,71	19%	TIDAK SESUAI SPLN
155	1199	16,28	3,72	19%	TIDAK SESUAI SPLN
156	1201	16,26	3,74	19%	TIDAK SESUAI SPLN
157	1202	16,26	3,74	19%	TIDAK SESUAI SPLN
158	1204	16,23	3,77	19%	TIDAK SESUAI SPLN
159	1205	16,23	3,77	19%	TIDAK SESUAI SPLN
160	1206	16,23	3,77	19%	TIDAK SESUAI SPLN
161	1207	16,23	3,77	19%	TIDAK SESUAI SPLN
162	1211	16,2	3,8	19%	TIDAK SESUAI SPLN
163	1212	16,18	3,82	19%	TIDAK SESUAI SPLN
164	1215	16,15	3,85	19%	TIDAK SESUAI SPLN
165	1216	16,15	3,85	19%	TIDAK SESUAI SPLN
166	1218	16,13	3,87	19%	TIDAK SESUAI SPLN
167	1220	16,11	3,89	19%	TIDAK SESUAI SPLN
168	1222	16,08	3,92	20%	TIDAK SESUAI SPLN
169	1223	16,06	3,94	20%	TIDAK SESUAI SPLN
170	1226	16,03	3,97	20%	TIDAK SESUAI SPLN
171	1227	16,03	3,97	20%	TIDAK SESUAI SPLN
172	1228	16,03	3,97	20%	TIDAK SESUAI SPLN
173	1231	16,01	3,99	20%	TIDAK SESUAI SPLN
174	1233	15,99	4,01	20%	TIDAK SESUAI SPLN
175	1234	15,99	4,01	20%	TIDAK SESUAI SPLN
176	1236	15,97	4,03	20%	TIDAK SESUAI SPLN
177	1359	15,95	4,05	20%	TIDAK SESUAI SPLN
178	1374	15,95	4,05	20%	TIDAK SESUAI SPLN
179	1237	15,93	4,07	20%	TIDAK SESUAI SPLN
180	1240	15,9	4,1	21%	TIDAK SESUAI SPLN
181	1241	15,9	4,1	21%	TIDAK SESUAI SPLN
182	1243	15,88	4,12	21%	TIDAK SESUAI SPLN
183	1244	15,86	4,14	21%	TIDAK SESUAI SPLN
184	1245	15,84	4,16	21%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
		Volt	Volt	%inMag	
185	1246	15,82	4,18	21%	TIDAK SESUAI SPLN
186	1247	15,8	4,2	21%	TIDAK SESUAI SPLN
187	1248	15,78	4,22	21%	TIDAK SESUAI SPLN
188	1249	15,76	4,24	21%	TIDAK SESUAI SPLN
189	1257	15,74	4,26	21%	TIDAK SESUAI SPLN
190	1258	15,74	4,26	21%	TIDAK SESUAI SPLN
191	1259	15,74	4,26	21%	TIDAK SESUAI SPLN
192	1262	15,7	4,3	22%	TIDAK SESUAI SPLN
193	1263	15,69	4,31	22%	TIDAK SESUAI SPLN
194	1266	15,66	4,34	22%	TIDAK SESUAI SPLN
195	1267	15,66	4,34	22%	TIDAK SESUAI SPLN
196	1269	15,66	4,34	22%	TIDAK SESUAI SPLN
197	1270	15,64	4,36	22%	TIDAK SESUAI SPLN
198	1273	15,64	4,36	22%	TIDAK SESUAI SPLN
199	1274	15,64	4,36	22%	TIDAK SESUAI SPLN
200	1275	15,64	4,36	22%	TIDAK SESUAI SPLN
201	1278	15,64	4,36	22%	TIDAK SESUAI SPLN
202	1279	15,61	4,39	22%	TIDAK SESUAI SPLN
203	1368	15,61	4,39	22%	TIDAK SESUAI SPLN
204	1288	15,6	4,4	22%	TIDAK SESUAI SPLN
205	1289	15,6	4,4	22%	TIDAK SESUAI SPLN
206	1371	15,58	4,42	22%	TIDAK SESUAI SPLN
207	1372	15,58	4,42	22%	TIDAK SESUAI SPLN
208	1291	15,57	4,43	22%	TIDAK SESUAI SPLN
209	1292	15,57	4,43	22%	TIDAK SESUAI SPLN
210	1293	15,57	4,43	22%	TIDAK SESUAI SPLN
211	1281	15,56	4,44	22%	TIDAK SESUAI SPLN
212	1282	15,54	4,46	22%	TIDAK SESUAI SPLN
213	1296	15,54	4,46	22%	TIDAK SESUAI SPLN
214	1297	15,54	4,46	22%	TIDAK SESUAI SPLN
215	1299	15,53	4,47	22%	TIDAK SESUAI SPLN
216	1300	15,52	4,48	22%	TIDAK SESUAI SPLN
217	1303	15,51	4,49	22%	TIDAK SESUAI SPLN
218	1307	15,51	4,49	22%	TIDAK SESUAI SPLN
219	1304	15,5	4,5	23%	TIDAK SESUAI SPLN
220	1308	15,49	4,51	23%	TIDAK SESUAI SPLN
221	1305	15,49	4,51	23%	TIDAK SESUAI SPLN
222	1309	15,48	4,52	23%	TIDAK SESUAI SPLN
223	1369	15,48	4,52	23%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
		Volt	Volt	%inMag	
224	1306	15,47	4,53	23%	TIDAK SESUAI SPLN
225	1310	15,47	4,53	23%	TIDAK SESUAI SPLN
226	1315	15,47	4,53	23%	TIDAK SESUAI SPLN
227	1316	15,46	4,54	23%	TIDAK SESUAI SPLN
228	1317	15,45	4,55	23%	TIDAK SESUAI SPLN
229	1318	15,45	4,55	23%	TIDAK SESUAI SPLN
230	1319	15,45	4,55	23%	TIDAK SESUAI SPLN
231	1320	15,45	4,55	23%	TIDAK SESUAI SPLN
232	1321	15,44	4,56	23%	TIDAK SESUAI SPLN
233	1329	15,44	4,56	23%	TIDAK SESUAI SPLN
234	1330	15,44	4,56	23%	TIDAK SESUAI SPLN
235	1332	15,44	4,56	23%	TIDAK SESUAI SPLN
236	1331	15,43	4,57	23%	TIDAK SESUAI SPLN
237	1337	15,43	4,57	23%	TIDAK SESUAI SPLN

Lampiran A.3 Selisih Tegangan Penyulang Panimbang dengan Dua PLTS

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
1	1388	20,47	-0,47	-2%	SESUAI SPLN
2	1390	20,44	-0,44	-2%	SESUAI SPLN
3	1392	20,3	-0,3	-2%	SESUAI SPLN
4	1394	20,34	-0,34	-2%	SESUAI SPLN
5	1405	20,19	-0,19	-1%	SESUAI SPLN
6	1406	20,19	-0,19	-1%	SESUAI SPLN
7	1408	20,18	-0,18	-1%	SESUAI SPLN
8	1410	20,09	-0,09	0%	SESUAI SPLN
9	1412	20,07	-0,07	0%	SESUAI SPLN
10	1414	19,98	0,02	0%	SESUAI SPLN
11	1416	19,89	0,11	1%	SESUAI SPLN
12	1418	19,8	0,2	1%	SESUAI SPLN
13	1419	19,8	0,2	1%	SESUAI SPLN
14	1421	19,73	0,27	1%	SESUAI SPLN
15	1423	19,66	0,34	2%	SESUAI SPLN
16	1425	19,62	0,38	2%	SESUAI SPLN
17	1426	19,62	0,38	2%	SESUAI SPLN
18	1428	19,58	0,42	2%	SESUAI SPLN
19	1430	19,58	0,42	2%	SESUAI SPLN
20	1433	19,5	0,5	3%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
21	1437	19,47	0,53	3%	SESUAI SPLN
22	1439	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
23	1441	19,29	0,71	4%	SESUAI SPLN
24	1443	19,24	0,76	4%	SESUAI SPLN
25	1493	19,2	0,8	4%	SESUAI SPLN
26	1494	19,19	0,81	4%	SESUAI SPLN
27	1496	19,16	0,84	4%	SESUAI SPLN
28	1498	19,14	0,86	4%	SESUAI SPLN
29	1500	19,12	0,88	4%	SESUAI SPLN
30	1501	19,12	0,88	4%	SESUAI SPLN
31	1503	19,11	0,89	4%	SESUAI SPLN
32	1504	19,11	0,89	4%	SESUAI SPLN
33	1507	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
34	1511	19,07	0,93	5%	SESUAI SPLN
35	1515	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
36	1520	19,01	0,99	5%	SESUAI SPLN
37	992	18,98	1,02	5%	SESUAI SPLN
38	994	18,96	1,04	5%	SESUAI SPLN
39	996	18,95	1,05	5%	SESUAI SPLN
40	997	18,93	1,07	5%	SESUAI SPLN
41	998	18,91	1,09	5%	SESUAI SPLN
42	1005	18,88	1,12	6%	SESUAI SPLN
43	1006	18,88	1,12	6%	SESUAI SPLN
44	1007	18,78	1,22	6%	SESUAI SPLN
45	1008	18,78	1,22	6%	SESUAI SPLN
46	1010	18,78	1,22	6%	SESUAI SPLN
47	1015	18,86	1,14	6%	SESUAI SPLN
48	1017	18,84	1,16	6%	SESUAI SPLN
49	1019	18,81	1,19	6%	SESUAI SPLN
50	1020	18,81	1,19	6%	SESUAI SPLN
51	1022	18,81	1,19	6%	SESUAI SPLN
52	1023	18,78	1,22	6%	SESUAI SPLN
53	1026	18,75	1,25	6%	SESUAI SPLN
54	1028	18,72	1,28	6%	SESUAI SPLN
55	1029	18,71	1,29	6%	SESUAI SPLN
56	1544	18,68	1,32	7%	SESUAI SPLN
57	1031	18,65	1,35	7%	SESUAI SPLN
58	1034	18,65	1,35	7%	SESUAI SPLN
59	1036	18,61	1,39	7%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
60	1037	18,61	1,39	7%	SESUAI SPLN
61	1038	18,6	1,4	7%	SESUAI SPLN
62	1039	18,56	1,44	7%	SESUAI SPLN
63	1044	18,52	1,48	7%	SESUAI SPLN
64	1045	18,52	1,48	7%	SESUAI SPLN
65	1047	18,49	1,51	8%	SESUAI SPLN
66	1049	18,47	1,53	8%	SESUAI SPLN
67	1050	18,47	1,53	8%	SESUAI SPLN
68	1051	18,44	1,56	8%	SESUAI SPLN
69	1052	18,44	1,56	8%	SESUAI SPLN
70	1053	18,44	1,56	8%	SESUAI SPLN
71	1546	18,41	1,59	8%	SESUAI SPLN
72	1058	18,4	1,6	8%	SESUAI SPLN
73	1059	18,4	1,6	8%	SESUAI SPLN
74	1061	18,34	1,66	8%	SESUAI SPLN
75	1063	18,32	1,68	8%	SESUAI SPLN
76	1387	18,26	1,74	9%	SESUAI SPLN
77	1066	18,26	1,74	9%	SESUAI SPLN
78	1067	18,26	1,74	9%	SESUAI SPLN
79	1069	18,26	1,74	9%	SESUAI SPLN
80	1071	18,26	1,74	9%	SESUAI SPLN
81	1073	18,22	1,78	9%	SESUAI SPLN
82	1074	18,22	1,78	9%	SESUAI SPLN
83	1075	18,19	1,81	9%	SESUAI SPLN
84	1076	18,18	1,82	9%	SESUAI SPLN
85	1079	18,15	1,85	9%	SESUAI SPLN
86	1081	18,14	1,86	9%	SESUAI SPLN
87	1082	18,14	1,86	9%	SESUAI SPLN
88	1083	18,13	1,87	9%	SESUAI SPLN
89	1086	18,1	1,9	9%	SESUAI SPLN
90	1088	18,05	1,95	10%	SESUAI SPLN
91	1089	18,04	1,96	10%	SESUAI SPLN
92	1090	18,03	1,97	10%	SESUAI SPLN
93	1094	18	2	10%	SESUAI SPLN
94	1095	18	2	10%	SESUAI SPLN
95	1097	17,96	2,04	10%	TIDAK SESUAI SPLN
96	1099	17,94	2,06	10%	TIDAK SESUAI SPLN
97	1100	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
98	1101	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
99	1102	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
100	1105	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
101	1107	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
102	1109	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
103	1110	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
104	1112	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
105	1114	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
106	1115	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
107	1117	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
108	1118	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
109	1120	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
110	1122	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
111	1124	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
112	1126	17,91	2,09	10%	TIDAK SESUAI SPLN
113	1128	17,88	2,12	11%	TIDAK SESUAI SPLN
114	1129	17,88	2,12	11%	TIDAK SESUAI SPLN
115	1132	17,85	2,15	11%	TIDAK SESUAI SPLN
116	1355	17,83	2,17	11%	TIDAK SESUAI SPLN
117	1134	17,81	2,19	11%	TIDAK SESUAI SPLN
118	1136	17,76	2,24	11%	TIDAK SESUAI SPLN
119	1138	17,74	2,26	11%	TIDAK SESUAI SPLN
120	1139	17,74	2,26	11%	TIDAK SESUAI SPLN
121	1141	17,74	2,26	11%	TIDAK SESUAI SPLN
122	1143	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
123	1155	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
124	1159	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
125	1158	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
126	1156	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
127	1144	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
128	1146	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
129	1148	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
130	1149	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
131	1150	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
132	1153	17,73	2,27	11%	TIDAK SESUAI SPLN
133	1162	17,72	2,28	11%	TIDAK SESUAI SPLN
134	1548	17,72	2,28	11%	TIDAK SESUAI SPLN
135	1164	17,7	2,3	12%	TIDAK SESUAI SPLN
136	1165	17,7	2,3	12%	TIDAK SESUAI SPLN
137	1167	17,68	2,32	12%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
138	1168	17,67	2,33	12%	TIDAK SESUAI SPLN
139	1171	17,62	2,38	12%	TIDAK SESUAI SPLN
140	1174	17,61	2,39	12%	TIDAK SESUAI SPLN
141	1176	17,59	2,41	12%	TIDAK SESUAI SPLN
142	1178	17,59	2,41	12%	TIDAK SESUAI SPLN
143	1179	17,58	2,42	12%	TIDAK SESUAI SPLN
144	1357	17,56	2,44	12%	TIDAK SESUAI SPLN
145	1180	17,54	2,46	12%	TIDAK SESUAI SPLN
146	1183	17,54	2,46	12%	TIDAK SESUAI SPLN
147	1184	17,54	2,46	12%	TIDAK SESUAI SPLN
148	1185	17,54	2,46	12%	TIDAK SESUAI SPLN
149	1188	17,53	2,47	12%	TIDAK SESUAI SPLN
150	1190	17,51	2,49	12%	TIDAK SESUAI SPLN
151	1192	17,49	2,51	13%	TIDAK SESUAI SPLN
152	1197	17,49	2,51	13%	TIDAK SESUAI SPLN
153	1193	17,49	2,51	13%	TIDAK SESUAI SPLN
154	1194	17,49	2,51	13%	TIDAK SESUAI SPLN
155	1199	17,49	2,51	13%	TIDAK SESUAI SPLN
156	1201	17,47	2,53	13%	TIDAK SESUAI SPLN
157	1202	17,47	2,53	13%	TIDAK SESUAI SPLN
158	1204	17,45	2,55	13%	TIDAK SESUAI SPLN
159	1205	17,45	2,55	13%	TIDAK SESUAI SPLN
160	1206	17,45	2,55	13%	TIDAK SESUAI SPLN
161	1207	17,45	2,55	13%	TIDAK SESUAI SPLN
162	1211	17,43	2,57	13%	TIDAK SESUAI SPLN
163	1212	17,4	2,6	13%	TIDAK SESUAI SPLN
164	1215	17,38	2,62	13%	TIDAK SESUAI SPLN
165	1216	17,38	2,62	13%	TIDAK SESUAI SPLN
166	1218	17,35	2,65	13%	TIDAK SESUAI SPLN
167	1220	17,33	2,67	13%	TIDAK SESUAI SPLN
168	1222	17,31	2,69	13%	TIDAK SESUAI SPLN
169	1223	17,28	2,72	14%	TIDAK SESUAI SPLN
170	1226	17,26	2,74	14%	TIDAK SESUAI SPLN
171	1227	17,26	2,74	14%	TIDAK SESUAI SPLN
172	1228	17,26	2,74	14%	TIDAK SESUAI SPLN
173	1231	17,24	2,76	14%	TIDAK SESUAI SPLN
174	1233	17,22	2,78	14%	TIDAK SESUAI SPLN
175	1234	17,22	2,78	14%	TIDAK SESUAI SPLN
176	1236	17,2	2,8	14%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
177	1359	17,18	2,82	14%	TIDAK SESUAI SPLN
178	1374	17,18	2,82	14%	TIDAK SESUAI SPLN
179	1237	17,16	2,84	14%	TIDAK SESUAI SPLN
180	1240	17,13	2,87	14%	TIDAK SESUAI SPLN
181	1241	17,13	2,87	14%	TIDAK SESUAI SPLN
182	1243	17,11	2,89	14%	TIDAK SESUAI SPLN
183	1244	17,09	2,91	15%	TIDAK SESUAI SPLN
184	1245	17,07	2,93	15%	TIDAK SESUAI SPLN
185	1246	17,05	2,95	15%	TIDAK SESUAI SPLN
186	1247	17,03	2,97	15%	TIDAK SESUAI SPLN
187	1248	17,01	2,99	15%	TIDAK SESUAI SPLN
188	1249	16,99	3,01	15%	TIDAK SESUAI SPLN
189	1257	16,98	3,02	15%	TIDAK SESUAI SPLN
190	1258	16,98	3,02	15%	TIDAK SESUAI SPLN
191	1259	16,97	3,03	15%	TIDAK SESUAI SPLN
192	1262	16,94	3,06	15%	TIDAK SESUAI SPLN
193	1263	16,92	3,08	15%	TIDAK SESUAI SPLN
194	1266	16,9	3,1	16%	TIDAK SESUAI SPLN
195	1267	16,9	3,1	16%	TIDAK SESUAI SPLN
196	1269	16,89	3,11	16%	TIDAK SESUAI SPLN
197	1270	16,88	3,12	16%	TIDAK SESUAI SPLN
198	1273	16,88	3,12	16%	TIDAK SESUAI SPLN
199	1274	16,88	3,12	16%	TIDAK SESUAI SPLN
200	1275	16,88	3,12	16%	TIDAK SESUAI SPLN
201	1278	16,88	3,12	16%	TIDAK SESUAI SPLN
202	1279	16,85	3,15	16%	TIDAK SESUAI SPLN
203	1368	16,84	3,16	16%	TIDAK SESUAI SPLN
204	1288	16,83	3,17	16%	TIDAK SESUAI SPLN
205	1289	16,83	3,17	16%	TIDAK SESUAI SPLN
206	1371	16,62	3,38	17%	TIDAK SESUAI SPLN
207	1372	16,82	3,18	16%	TIDAK SESUAI SPLN
208	1291	16,81	3,19	16%	TIDAK SESUAI SPLN
209	1292	16,81	3,19	16%	TIDAK SESUAI SPLN
210	1293	16,81	3,19	16%	TIDAK SESUAI SPLN
211	1281	16,79	3,21	16%	TIDAK SESUAI SPLN
212	1282	16,78	3,22	16%	TIDAK SESUAI SPLN
213	1296	16,78	3,22	16%	TIDAK SESUAI SPLN
214	1297	16,77	3,23	16%	TIDAK SESUAI SPLN
215	1299	16,77	3,23	16%	TIDAK SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN Volt	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
216	1300	16,76	3,24	16%	TIDAK SESUAI SPLN
217	1303	16,75	3,25	16%	TIDAK SESUAI SPLN
218	1307	16,75	3,25	16%	TIDAK SESUAI SPLN
219	1304	16,74	3,26	16%	TIDAK SESUAI SPLN
220	1308	16,73	3,27	16%	TIDAK SESUAI SPLN
221	1305	16,73	3,27	16%	TIDAK SESUAI SPLN
222	1309	16,72	3,28	16%	TIDAK SESUAI SPLN
223	1369	16,72	3,28	16%	TIDAK SESUAI SPLN
224	1306	16,71	3,29	16%	TIDAK SESUAI SPLN
225	1310	16,71	3,29	16%	TIDAK SESUAI SPLN
226	1315	16,71	3,29	16%	TIDAK SESUAI SPLN
227	1316	16,7	3,3	17%	TIDAK SESUAI SPLN
228	1317	16,7	3,3	17%	TIDAK SESUAI SPLN
229	1318	16,69	3,31	17%	TIDAK SESUAI SPLN
230	1319	16,69	3,31	17%	TIDAK SESUAI SPLN
231	1320	16,69	3,31	17%	TIDAK SESUAI SPLN
232	1321	16,68	3,32	17%	TIDAK SESUAI SPLN
233	1329	16,68	3,32	17%	TIDAK SESUAI SPLN
234	1330	16,68	3,32	17%	TIDAK SESUAI SPLN
235	1332	16,68	3,32	17%	TIDAK SESUAI SPLN
236	1331	16,67	3,33	17%	TIDAK SESUAI SPLN
237	1337	16,67	3,33	17%	TIDAK SESUAI SPLN

Lampiran A.4 Selisih Tegangan Penyulang Panimbang dengan Tiga PLTS

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
1	1388	20,64	-0,64	-3%	SESUAI SPLN
2	1390	20,62	-0,62	-3%	SESUAI SPLN
3	1392	20,51	-0,51	-3%	SESUAI SPLN
4	1394	20,46	-0,46	-2%	SESUAI SPLN
5	1405	20,42	-0,42	-2%	SESUAI SPLN
6	1406	20,42	-0,42	-2%	SESUAI SPLN
7	1408	20,41	-0,41	-2%	SESUAI SPLN
8	1410	20,33	-0,33	-2%	SESUAI SPLN
9	1412	20,32	-0,32	-2%	SESUAI SPLN
10	1414	20,24	-0,24	-1%	SESUAI SPLN
11	1416	20,17	-0,17	-1%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
12	1418	20,1	-0,1	-1%	SESUAI SPLN
13	1419	20,1	-0,1	-1%	SESUAI SPLN
14	1421	20,05	-0,05	0%	SESUAI SPLN
15	1423	19,99	0,01	0%	SESUAI SPLN
16	1425	19,96	0,04	0%	SESUAI SPLN
17	1426	19,96	0,04	0%	SESUAI SPLN
18	1428	19,93	0,07	0%	SESUAI SPLN
19	1430	19,92	0,08	0%	SESUAI SPLN
20	1433	19,86	0,14	1%	SESUAI SPLN
21	1437	19,76	0,24	1%	SESUAI SPLN
22	1439	19,73	0,27	1%	SESUAI SPLN
23	1441	19,69	0,31	2%	SESUAI SPLN
24	1443	19,66	0,34	2%	SESUAI SPLN
25	1493	19,62	0,38	2%	SESUAI SPLN
26	1494	19,61	0,39	2%	SESUAI SPLN
27	1496	19,59	0,41	2%	SESUAI SPLN
28	1498	19,57	0,43	2%	SESUAI SPLN
29	1500	19,56	0,44	2%	SESUAI SPLN
30	1501	19,56	0,44	2%	SESUAI SPLN
31	1503	19,55	0,45	2%	SESUAI SPLN
32	1504	19,55	0,45	2%	SESUAI SPLN
33	1507	19,54	0,46	2%	SESUAI SPLN
34	1511	19,53	0,47	2%	SESUAI SPLN
35	1515	19,49	0,51	3%	SESUAI SPLN
36	1520	19,47	0,53	3%	SESUAI SPLN
37	992	19,46	0,54	3%	SESUAI SPLN
38	994	19,44	0,56	3%	SESUAI SPLN
39	996	19,43	0,57	3%	SESUAI SPLN
40	997	19,42	0,58	3%	SESUAI SPLN
41	998	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
42	1005	19,38	0,62	3%	SESUAI SPLN
43	1006	19,38	0,62	3%	SESUAI SPLN
44	1007	19,38	0,62	3%	SESUAI SPLN
45	1008	19,37	0,63	3%	SESUAI SPLN
46	1010	19,37	0,63	3%	SESUAI SPLN
47	1015	19,37	0,63	3%	SESUAI SPLN
48	1017	19,35	0,65	3%	SESUAI SPLN
49	1019	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
50	1020	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
51	1022	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
52	1023	19,31	0,69	3%	SESUAI SPLN
53	1026	19,29	0,71	4%	SESUAI SPLN
54	1028	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
55	1029	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
56	1544	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
57	1031	19,24	0,76	4%	SESUAI SPLN
58	1034	19,22	0,78	4%	SESUAI SPLN
59	1036	19,22	0,78	4%	SESUAI SPLN
60	1037	19,19	0,81	4%	SESUAI SPLN
61	1038	19,18	0,82	4%	SESUAI SPLN
62	1039	19,16	0,84	4%	SESUAI SPLN
63	1044	19,13	0,87	4%	SESUAI SPLN
64	1045	19,13	0,87	4%	SESUAI SPLN
65	1047	19,11	0,89	4%	SESUAI SPLN
66	1049	19,1	0,9	4%	SESUAI SPLN
67	1050	19,1	0,9	4%	SESUAI SPLN
68	1051	19,08	0,92	5%	SESUAI SPLN
69	1052	19,08	0,92	5%	SESUAI SPLN
70	1053	19,08	0,92	5%	SESUAI SPLN
71	1546	19,06	0,94	5%	SESUAI SPLN
72	1058	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
73	1059	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
74	1061	19,02	0,98	5%	SESUAI SPLN
75	1063	19	1	5%	SESUAI SPLN
76	1387	18,96	1,04	5%	SESUAI SPLN
77	1066	18,96	1,04	5%	SESUAI SPLN
78	1067	18,96	1,04	5%	SESUAI SPLN
79	1069	18,96	1,04	5%	SESUAI SPLN
80	1071	18,96	1,04	5%	SESUAI SPLN
81	1073	18,94	1,06	5%	SESUAI SPLN
82	1074	18,92	1,08	5%	SESUAI SPLN
83	1075	18,88	1,12	6%	SESUAI SPLN
84	1076	18,92	1,08	5%	SESUAI SPLN
85	1079	18,89	1,11	6%	SESUAI SPLN
86	1081	18,89	1,11	6%	SESUAI SPLN
87	1082	18,88	1,12	6%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
88	1083	18,88	1,12	6%	SESUAI SPLN
89	1086	18,87	1,13	6%	SESUAI SPLN
90	1088	18,84	1,16	6%	SESUAI SPLN
91	1089	18,83	1,17	6%	SESUAI SPLN
92	1090	18,82	1,18	6%	SESUAI SPLN
93	1094	18,8	1,2	6%	SESUAI SPLN
94	1095	18,8	1,2	6%	SESUAI SPLN
95	1097	18,78	1,22	6%	SESUAI SPLN
96	1099	18,77	1,23	6%	SESUAI SPLN
97	1100	18,77	1,23	6%	SESUAI SPLN
98	1101	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
99	1102	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
100	1105	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
101	1107	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
102	1109	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
103	1110	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
104	1112	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
105	1114	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
106	1115	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
107	1117	18,75	1,25	6%	SESUAI SPLN
108	1118	18,75	1,25	6%	SESUAI SPLN
109	1120	18,75	1,25	6%	SESUAI SPLN
110	1122	18,75	1,25	6%	SESUAI SPLN
111	1124	18,76	1,24	6%	SESUAI SPLN
112	1126	18,75	1,25	6%	SESUAI SPLN
113	1128	18,74	1,26	6%	SESUAI SPLN
114	1129	18,74	1,26	6%	SESUAI SPLN
115	1132	18,72	1,28	6%	SESUAI SPLN
116	1355	18,7	1,3	7%	SESUAI SPLN
117	1134	18,69	1,31	7%	SESUAI SPLN
118	1136	18,66	1,34	7%	SESUAI SPLN
119	1138	18,65	1,35	7%	SESUAI SPLN
120	1139	18,64	1,36	7%	SESUAI SPLN
121	1141	18,64	1,36	7%	SESUAI SPLN
122	1143	18,64	1,36	7%	SESUAI SPLN
123	1155	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
124	1159	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
125	1158	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
126	1156	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
127	1144	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
128	1146	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
129	1148	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
130	1149	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
131	1150	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
132	1153	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
133	1162	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
134	1548	18,63	1,37	7%	SESUAI SPLN
135	1164	18,62	1,38	7%	SESUAI SPLN
136	1165	18,62	1,38	7%	SESUAI SPLN
137	1167	18,61	1,39	7%	SESUAI SPLN
138	1168	18,6	1,4	7%	SESUAI SPLN
139	1171	18,57	1,43	7%	SESUAI SPLN
140	1174	18,56	1,44	7%	SESUAI SPLN
141	1176	18,55	1,45	7%	SESUAI SPLN
142	1178	18,55	1,45	7%	SESUAI SPLN
143	1179	18,54	1,46	7%	SESUAI SPLN
144	1357	18,53	1,47	7%	SESUAI SPLN
145	1180	18,52	1,48	7%	SESUAI SPLN
146	1183	18,52	1,48	7%	SESUAI SPLN
147	1184	18,52	1,48	7%	SESUAI SPLN
148	1185	18,52	1,48	7%	SESUAI SPLN
149	1188	18,52	1,48	7%	SESUAI SPLN
150	1190	18,5	1,5	8%	SESUAI SPLN
151	1192	18,49	1,51	8%	SESUAI SPLN
152	1197	18,49	1,51	8%	SESUAI SPLN
153	1193	18,49	1,51	8%	SESUAI SPLN
154	1194	18,49	1,51	8%	SESUAI SPLN
155	1199	18,49	1,51	8%	SESUAI SPLN
156	1201	18,48	1,52	8%	SESUAI SPLN
157	1202	18,48	1,52	8%	SESUAI SPLN
158	1204	18,47	1,53	8%	SESUAI SPLN
159	1205	18,47	1,53	8%	SESUAI SPLN
160	1206	18,47	1,53	8%	SESUAI SPLN
161	1207	18,47	1,53	8%	SESUAI SPLN
162	1211	18,45	1,55	8%	SESUAI SPLN
163	1212	18,44	1,56	8%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
164	1215	18,42	1,58	8%	SESUAI SPLN
165	1216	18,42	1,58	8%	SESUAI SPLN
166	1218	18,4	1,6	8%	SESUAI SPLN
167	1220	18,39	1,61	8%	SESUAI SPLN
168	1222	18,37	1,63	8%	SESUAI SPLN
169	1223	18,36	1,64	8%	SESUAI SPLN
170	1226	18,34	1,66	8%	SESUAI SPLN
171	1227	18,34	1,66	8%	SESUAI SPLN
172	1228	18,34	1,66	8%	SESUAI SPLN
173	1231	18,33	1,67	8%	SESUAI SPLN
174	1233	18,32	1,68	8%	SESUAI SPLN
175	1234	18,32	1,68	8%	SESUAI SPLN
176	1236	18,3	1,7	9%	SESUAI SPLN
177	1359	18,29	1,71	9%	SESUAI SPLN
178	1374	18,29	1,71	9%	SESUAI SPLN
179	1237	18,28	1,72	9%	SESUAI SPLN
180	1240	18,26	1,74	9%	SESUAI SPLN
181	1241	18,26	1,74	9%	SESUAI SPLN
182	1243	18,25	1,75	9%	SESUAI SPLN
183	1244	18,24	1,76	9%	SESUAI SPLN
184	1245	18,22	1,78	9%	SESUAI SPLN
185	1246	18,21	1,79	9%	SESUAI SPLN
186	1247	18,2	1,8	9%	SESUAI SPLN
187	1248	18,19	1,81	9%	SESUAI SPLN
188	1249	18,18	1,82	9%	SESUAI SPLN
189	1257	18,17	1,83	9%	SESUAI SPLN
190	1258	18,16	1,84	9%	SESUAI SPLN
191	1259	18,16	1,84	9%	SESUAI SPLN
192	1262	18,14	1,86	9%	SESUAI SPLN
193	1263	18,13	1,87	9%	SESUAI SPLN
194	1266	18,12	1,88	9%	SESUAI SPLN
195	1267	18,12	1,88	9%	SESUAI SPLN
196	1269	18,12	1,88	9%	SESUAI SPLN
197	1270	18,11	1,89	9%	SESUAI SPLN
198	1273	18,11	1,89	9%	SESUAI SPLN
199	1274	18,11	1,89	9%	SESUAI SPLN
200	1275	18,11	1,89	9%	SESUAI SPLN
201	1278	18,11	1,89	9%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
202	1279	18,08	1,92	10%	SESUAI SPLN
203	1368	18,08	1,92	10%	SESUAI SPLN
204	1288	18,07	1,93	10%	SESUAI SPLN
205	1289	18,07	1,93	10%	SESUAI SPLN
206	1371	18,05	1,95	10%	SESUAI SPLN
207	1372	18,05	1,95	10%	SESUAI SPLN
208	1291	18,04	1,96	10%	SESUAI SPLN
209	1292	18,04	1,96	10%	SESUAI SPLN
210	1293	18,04	1,96	10%	SESUAI SPLN
211	1281	18,03	1,97	10%	SESUAI SPLN
212	1282	18,01	1,99	10%	SESUAI SPLN
213	1296	18,01	1,99	10%	SESUAI SPLN
214	1297	18,01	1,99	10%	SESUAI SPLN
215	1299	18,01	1,99	10%	SESUAI SPLN
216	1300	17,99	2,01	10%	TIDAK SESUAI SPLN
217	1303	17,98	2,02	10%	TIDAK SESUAI SPLN
218	1307	17,98	2,02	10%	TIDAK SESUAI SPLN
219	1304	17,97	2,03	10%	TIDAK SESUAI SPLN
220	1308	17,97	2,03	10%	TIDAK SESUAI SPLN
221	1305	17,96	2,04	10%	TIDAK SESUAI SPLN
222	1309	17,96	2,04	10%	TIDAK SESUAI SPLN
223	1369	17,96	2,04	10%	TIDAK SESUAI SPLN
224	1306	17,95	2,05	10%	TIDAK SESUAI SPLN
225	1310	17,95	2,05	10%	TIDAK SESUAI SPLN
226	1315	17,95	2,05	10%	TIDAK SESUAI SPLN
227	1316	17,94	2,06	10%	TIDAK SESUAI SPLN
228	1317	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
229	1318	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
230	1319	17,93	2,07	10%	TIDAK SESUAI SPLN
231	1320	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
232	1321	17,92	2,08	10%	TIDAK SESUAI SPLN
233	1329	17,91	2,09	10%	TIDAK SESUAI SPLN
234	1330	17,91	2,09	10%	TIDAK SESUAI SPLN
235	1332	17,91	2,09	10%	TIDAK SESUAI SPLN
236	1331	17,91	2,09	10%	TIDAK SESUAI SPLN
237	1337	17,91	2,09	10%	TIDAK SESUAI SPLN

Lampiran A.5 Selisih Tegangan Penyulang Panimbang dengan Empat PLTS

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
1	1388	20,76	-0,76	-4%	SESUAI SPLN
2	1390	20,74	-0,74	-4%	SESUAI SPLN
3	1392	20,65	-0,65	-3%	SESUAI SPLN
4	1394	20,61	-0,61	-3%	SESUAI SPLN
5	1405	20,58	-0,58	-3%	SESUAI SPLN
6	1406	20,58	-0,58	-3%	SESUAI SPLN
7	1408	20,57	-0,57	-3%	SESUAI SPLN
8	1410	20,51	-0,51	-3%	SESUAI SPLN
9	1412	20,49	-0,49	-2%	SESUAI SPLN
10	1414	20,43	-0,43	-2%	SESUAI SPLN
11	1416	20,38	-0,38	-2%	SESUAI SPLN
12	1418	20,31	-0,31	-2%	SESUAI SPLN
13	1419	20,31	-0,31	-2%	SESUAI SPLN
14	1421	20,27	-0,27	-1%	SESUAI SPLN
15	1423	20,23	-0,23	-1%	SESUAI SPLN
16	1425	20,2	-0,2	-1%	SESUAI SPLN
17	1426	20,2	-0,2	-1%	SESUAI SPLN
18	1428	20,18	-0,18	-1%	SESUAI SPLN
19	1430	20,17	-0,17	-1%	SESUAI SPLN
20	1433	20,12	-0,12	-1%	SESUAI SPLN
21	1437	20,04	-0,04	0%	SESUAI SPLN
22	1439	20,01	-0,01	0%	SESUAI SPLN
23	1441	19,98	0,02	0%	SESUAI SPLN
24	1443	19,96	0,04	0%	SESUAI SPLN
25	1493	19,93	0,07	0%	SESUAI SPLN
26	1494	19,92	0,08	0%	SESUAI SPLN
27	1496	19,9	0,1	1%	SESUAI SPLN
28	1498	19,89	0,11	1%	SESUAI SPLN
29	1500	19,88	0,12	1%	SESUAI SPLN
30	1501	19,88	0,12	1%	SESUAI SPLN
31	1503	19,87	0,13	1%	SESUAI SPLN
32	1504	19,87	0,13	1%	SESUAI SPLN
33	1507	19,86	0,14	1%	SESUAI SPLN
34	1511	19,86	0,14	1%	SESUAI SPLN
35	1515	19,83	0,17	1%	SESUAI SPLN
36	1520	19,82	0,18	1%	SESUAI SPLN
37	992	19,8	0,2	1%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
38	994	19,79	0,21	1%	SESUAI SPLN
39	996	19,78	0,22	1%	SESUAI SPLN
40	997	19,77	0,23	1%	SESUAI SPLN
41	998	19,76	0,24	1%	SESUAI SPLN
42	1005	19,75	0,25	1%	SESUAI SPLN
43	1006	19,75	0,25	1%	SESUAI SPLN
44	1007	19,74	0,26	1%	SESUAI SPLN
45	1008	19,74	0,26	1%	SESUAI SPLN
46	1010	19,74	0,26	1%	SESUAI SPLN
47	1015	19,74	0,26	1%	SESUAI SPLN
48	1017	19,73	0,27	1%	SESUAI SPLN
49	1019	19,71	0,29	1%	SESUAI SPLN
50	1020	19,72	0,28	1%	SESUAI SPLN
51	1022	19,71	0,29	1%	SESUAI SPLN
52	1023	19,7	0,3	2%	SESUAI SPLN
53	1026	19,68	0,32	2%	SESUAI SPLN
54	1028	19,67	0,33	2%	SESUAI SPLN
55	1029	19,67	0,33	2%	SESUAI SPLN
56	1544	19,66	0,34	2%	SESUAI SPLN
57	1031	19,64	0,36	2%	SESUAI SPLN
58	1034	19,64	0,36	2%	SESUAI SPLN
59	1036	19,63	0,37	2%	SESUAI SPLN
60	1037	19,62	0,38	2%	SESUAI SPLN
61	1038	19,62	0,38	2%	SESUAI SPLN
62	1039	19,6	0,4	2%	SESUAI SPLN
63	1044	19,59	0,41	2%	SESUAI SPLN
64	1045	19,59	0,41	2%	SESUAI SPLN
65	1047	19,58	0,42	2%	SESUAI SPLN
66	1049	19,57	0,43	2%	SESUAI SPLN
67	1050	19,57	0,43	2%	SESUAI SPLN
68	1051	19,56	0,44	2%	SESUAI SPLN
69	1052	19,56	0,44	2%	SESUAI SPLN
70	1053	19,56	0,44	2%	SESUAI SPLN
71	1546	19,54	0,46	2%	SESUAI SPLN
72	1058	19,54	0,46	2%	SESUAI SPLN
73	1059	19,54	0,46	2%	SESUAI SPLN
74	1061	19,52	0,48	2%	SESUAI SPLN
75	1063	19,51	0,49	2%	SESUAI SPLN
76	1387	19,49	0,51	3%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
77	1066	19,49	0,51	3%	SESUAI SPLN
78	1067	19,49	0,51	3%	SESUAI SPLN
79	1069	19,49	0,51	3%	SESUAI SPLN
80	1071	19,49	0,51	3%	SESUAI SPLN
81	1073	19,48	0,52	3%	SESUAI SPLN
82	1074	19,47	0,53	3%	SESUAI SPLN
83	1075	19,48	0,52	3%	SESUAI SPLN
84	1076	19,47	0,53	3%	SESUAI SPLN
85	1079	19,46	0,54	3%	SESUAI SPLN
86	1081	19,45	0,55	3%	SESUAI SPLN
87	1082	19,45	0,55	3%	SESUAI SPLN
88	1083	19,45	0,55	3%	SESUAI SPLN
89	1086	19,44	0,56	3%	SESUAI SPLN
90	1088	19,43	0,57	3%	SESUAI SPLN
91	1089	19,43	0,57	3%	SESUAI SPLN
92	1090	19,42	0,58	3%	SESUAI SPLN
93	1094	19,42	0,58	3%	SESUAI SPLN
94	1095	19,42	0,58	3%	SESUAI SPLN
95	1097	19,41	0,59	3%	SESUAI SPLN
96	1099	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
97	1100	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
98	1101	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
99	1102	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
100	1105	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
101	1107	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
102	1109	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
103	1110	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
104	1112	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
105	1114	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
106	1115	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
107	1117	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
108	1118	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
109	1120	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
110	1122	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
111	1124	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
112	1126	19,4	0,6	3%	SESUAI SPLN
113	1128	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
114	1129	19,39	0,61	3%	SESUAI SPLN
115	1132	19,38	0,62	3%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
116	1355	19,37	0,63	3%	SESUAI SPLN
117	1134	19,36	0,64	3%	SESUAI SPLN
118	1136	19,35	0,65	3%	SESUAI SPLN
119	1138	19,34	0,66	3%	SESUAI SPLN
120	1139	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
121	1141	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
122	1143	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
123	1155	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
124	1159	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
125	1158	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
126	1156	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
127	1144	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
128	1146	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
129	1148	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
130	1149	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
131	1150	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
132	1153	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
133	1162	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
134	1548	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
135	1164	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
136	1165	19,33	0,67	3%	SESUAI SPLN
137	1167	19,32	0,68	3%	SESUAI SPLN
138	1168	19,32	0,68	3%	SESUAI SPLN
139	1171	19,3	0,7	4%	SESUAI SPLN
140	1174	19,3	0,7	4%	SESUAI SPLN
141	1176	19,29	0,71	4%	SESUAI SPLN
142	1178	19,29	0,71	4%	SESUAI SPLN
143	1179	19,29	0,71	4%	SESUAI SPLN
144	1357	19,29	0,71	4%	SESUAI SPLN
145	1180	19,28	0,72	4%	SESUAI SPLN
146	1183	19,28	0,72	4%	SESUAI SPLN
147	1184	19,28	0,72	4%	SESUAI SPLN
148	1185	19,28	0,72	4%	SESUAI SPLN
149	1188	19,28	0,72	4%	SESUAI SPLN
150	1190	19,27	0,73	4%	SESUAI SPLN
151	1192	19,27	0,73	4%	SESUAI SPLN
152	1197	19,27	0,73	4%	SESUAI SPLN
153	1193	19,27	0,73	4%	SESUAI SPLN
154	1194	19,27	0,73	4%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
155	1199	19,27	0,73	4%	SESUAI SPLN
156	1201	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
157	1202	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
158	1204	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
159	1205	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
160	1206	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
161	1207	19,26	0,74	4%	SESUAI SPLN
162	1211	19,25	0,75	4%	SESUAI SPLN
163	1212	19,24	0,76	4%	SESUAI SPLN
164	1215	19,23	0,77	4%	SESUAI SPLN
165	1216	19,23	0,77	4%	SESUAI SPLN
166	1218	19,22	0,78	4%	SESUAI SPLN
167	1220	19,21	0,79	4%	SESUAI SPLN
168	1222	19,2	0,8	4%	SESUAI SPLN
169	1223	19,2	0,8	4%	SESUAI SPLN
170	1226	19,19	0,81	4%	SESUAI SPLN
171	1227	19,19	0,81	4%	SESUAI SPLN
172	1228	19,19	0,81	4%	SESUAI SPLN
173	1231	19,18	0,82	4%	SESUAI SPLN
174	1233	19,17	0,83	4%	SESUAI SPLN
175	1234	19,17	0,83	4%	SESUAI SPLN
176	1236	19,17	0,83	4%	SESUAI SPLN
177	1359	19,16	0,84	4%	SESUAI SPLN
178	1374	19,16	0,84	4%	SESUAI SPLN
179	1237	19,15	0,85	4%	SESUAI SPLN
180	1240	19,15	0,85	4%	SESUAI SPLN
181	1241	19,15	0,85	4%	SESUAI SPLN
182	1243	19,14	0,86	4%	SESUAI SPLN
183	1244	19,14	0,86	4%	SESUAI SPLN
184	1245	19,13	0,87	4%	SESUAI SPLN
185	1246	19,12	0,88	4%	SESUAI SPLN
186	1247	19,12	0,88	4%	SESUAI SPLN
187	1248	19,11	0,89	4%	SESUAI SPLN
188	1249	19,11	0,89	4%	SESUAI SPLN
189	1257	19,1	0,9	4%	SESUAI SPLN
190	1258	19,1	0,9	4%	SESUAI SPLN
191	1259	19,1	0,9	4%	SESUAI SPLN
192	1262	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
193	1263	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
194	1266	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
195	1267	19,08	0,92	5%	SESUAI SPLN
196	1269	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
197	1270	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
198	1273	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
199	1274	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
200	1275	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
201	1278	19,09	0,91	5%	SESUAI SPLN
202	1279	19,07	0,93	5%	SESUAI SPLN
203	1368	19,07	0,93	5%	SESUAI SPLN
204	1288	19,07	0,93	5%	SESUAI SPLN
205	1289	19,07	0,93	5%	SESUAI SPLN
206	1371	19,06	0,94	5%	SESUAI SPLN
207	1372	19,06	0,94	5%	SESUAI SPLN
208	1291	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
209	1292	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
210	1293	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
211	1281	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
212	1282	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
213	1296	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
214	1297	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
215	1299	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
216	1300	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
217	1303	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
218	1307	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
219	1304	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
220	1308	19,02	0,98	5%	SESUAI SPLN
221	1305	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
222	1309	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
223	1369	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
224	1306	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
225	1310	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
226	1315	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
227	1316	19,03	0,97	5%	SESUAI SPLN
228	1317	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
229	1318	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
230	1319	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
231	1320	19,04	0,96	5%	SESUAI SPLN
232	1321	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
233	1329	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
234	1330	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
235	1332	19,05	0,95	5%	SESUAI SPLN
236	1331	19,06	0,94	5%	SESUAI SPLN
237	1337	19,07	0,93	5%	SESUAI SPLN

Lampiran A.6 Selisih Tegangan Penyulang Panimbang dengan Penambahan *Feeder*

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
1	1388	20.38	-0.38	-2%	SESUAI SPLN
2	1390	20.82	-0.82	-4%	SESUAI SPLN
3	1392	20.74	-0.74	-4%	SESUAI SPLN
4	1394	20.71	-0.71	-4%	SESUAI SPLN
5	1405	20.68	-0.68	-3%	SESUAI SPLN
6	1406	20.68	-0.68	-3%	SESUAI SPLN
7	1408	20.68	-0.68	-3%	SESUAI SPLN
8	1410	20.62	-0.62	-3%	SESUAI SPLN
9	1412	20.61	-0.61	-3%	SESUAI SPLN
10	1414	20.56	-0.56	-3%	SESUAI SPLN
11	1416	20.52	-0.52	-3%	SESUAI SPLN
12	1418	20.47	-0.47	-2%	SESUAI SPLN
13	1419	20.47	-0.47	-2%	SESUAI SPLN
14	1421	20.43	-0.43	-2%	SESUAI SPLN
15	1423	20.4	-0.4	-2%	SESUAI SPLN
16	1425	20.38	-0.38	-2%	SESUAI SPLN
17	1426	20.38	-0.38	-2%	SESUAI SPLN
18	1428	20.35	-0.35	-2%	SESUAI SPLN
19	1430	20.35	-0.35	-2%	SESUAI SPLN
20	1433	20.31	-0.31	-2%	SESUAI SPLN
21	1437	20.24	-0.24	-1%	SESUAI SPLN
22	1439	20.22	-0.22	-1%	SESUAI SPLN
23	1441	20.2	-0.2	-1%	SESUAI SPLN
24	1443	20.18	-0.18	-1%	SESUAI SPLN
25	1493	20.15	-0.15	-1%	SESUAI SPLN
26	1494	20.15	-0.15	-1%	SESUAI SPLN
27	1496	20.14	-0.14	-1%	SESUAI SPLN
28	1498	20.13	-0.13	-1%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
29	1500	20.12	-0.12	-1%	SESUAI SPLN
30	1501	20.12	-0.12	-1%	SESUAI SPLN
31	1503	20.11	-0.11	-1%	SESUAI SPLN
32	1504	20.11	-0.11	-1%	SESUAI SPLN
33	1507	20.11	-0.11	-1%	SESUAI SPLN
34	1511	20.1	-0.1	-1%	SESUAI SPLN
35	1515	20.08	-0.08	0%	SESUAI SPLN
36	1520	20.07	-0.07	0%	SESUAI SPLN
37	992	20.07	-0.07	0%	SESUAI SPLN
38	994	20.06	-0.06	0%	SESUAI SPLN
39	996	20.05	-0.05	0%	SESUAI SPLN
40	997	20.04	-0.04	0%	SESUAI SPLN
41	998	20.04	-0.04	0%	SESUAI SPLN
42	1005	20.03	-0.03	0%	SESUAI SPLN
43	1006	20.02	-0.02	0%	SESUAI SPLN
44	1007	20.02	-0.02	0%	SESUAI SPLN
45	1008	20.02	-0.02	0%	SESUAI SPLN
46	1010	20.02	-0.02	0%	SESUAI SPLN
47	1015	20.02	-0.02	0%	SESUAI SPLN
48	1017	20.01	-0.01	0%	SESUAI SPLN
49	1019	20	0	0%	SESUAI SPLN
50	1020	20.01	-0.01	0%	SESUAI SPLN
51	1022	20	0	0%	SESUAI SPLN
52	1023	20	0	0%	SESUAI SPLN
53	1026	19.99	0.01	0%	SESUAI SPLN
54	1028	19.98	0.02	0%	SESUAI SPLN
55	1029	19.98	0.02	0%	SESUAI SPLN
56	1544	19.97	0.03	0%	SESUAI SPLN
57	1031	19.96	0.04	0%	SESUAI SPLN
58	1034	19.96	0.04	0%	SESUAI SPLN
59	1036	19.95	0.05	0%	SESUAI SPLN
60	1037	19.95	0.05	0%	SESUAI SPLN
61	1038	19.95	0.05	0%	SESUAI SPLN
62	1039	19.94	0.06	0%	SESUAI SPLN
63	1044	19.93	0.07	0%	SESUAI SPLN
64	1045	19.93	0.07	0%	SESUAI SPLN
65	1047	19.93	0.07	0%	SESUAI SPLN
66	1049	19.92	0.08	0%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
67	1050	19.92	0.08	0%	SESUAI SPLN
68	1051	19.92	0.08	0%	SESUAI SPLN
69	1052	19.92	0.08	0%	SESUAI SPLN
70	1053	19.92	0.08	0%	SESUAI SPLN
71	1546	19.91	0.09	0%	SESUAI SPLN
72	1058	19.91	0.09	0%	SESUAI SPLN
73	1059	19.91	0.09	0%	SESUAI SPLN
74	1061	19.9	0.1	1%	SESUAI SPLN
75	1063	19.9	0.1	1%	SESUAI SPLN
76	1387	19.89	0.11	1%	SESUAI SPLN
77	1066	19.89	0.11	1%	SESUAI SPLN
78	1067	19.89	0.11	1%	SESUAI SPLN
79	1069	19.89	0.11	1%	SESUAI SPLN
80	1071	19.89	0.11	1%	SESUAI SPLN
81	1073	19.89	0.11	1%	SESUAI SPLN
82	1074	19.89	0.11	1%	SESUAI SPLN
83	1075	19.88	0.12	1%	SESUAI SPLN
84	1076	19.88	0.12	1%	SESUAI SPLN
85	1079	19.88	0.12	1%	SESUAI SPLN
86	1081	19.86	0.14	1%	SESUAI SPLN
87	1082	19.86	0.14	1%	SESUAI SPLN
88	1083	19.86	0.14	1%	SESUAI SPLN
89	1086	19.83	0.17	1%	SESUAI SPLN
90	1088	19.79	0.21	1%	SESUAI SPLN
91	1089	19.78	0.22	1%	SESUAI SPLN
92	1090	19.76	0.24	1%	SESUAI SPLN
93	1094	19.74	0.26	1%	SESUAI SPLN
94	1095	19.74	0.26	1%	SESUAI SPLN
95	1097	19.7	0.3	2%	SESUAI SPLN
96	1099	19.68	0.32	2%	SESUAI SPLN
97	1100	19.68	0.32	2%	SESUAI SPLN
98	1101	19.68	0.32	2%	SESUAI SPLN
99	1102	19.68	0.32	2%	SESUAI SPLN
100	1105	19.68	0.32	2%	SESUAI SPLN
101	1107	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
102	1109	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
103	1110	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
104	1112	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
105	1114	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
106	1115	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
107	1117	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
108	1118	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
109	1120	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
110	1122	19.67	0.33	2%	SESUAI SPLN
111	1124	19.66	0.34	2%	SESUAI SPLN
112	1126	19.65	0.35	2%	SESUAI SPLN
113	1128	19.63	0.37	2%	SESUAI SPLN
114	1129	19.63	0.37	2%	SESUAI SPLN
115	1132	19.61	0.39	2%	SESUAI SPLN
116	1355	19.6	0.4	2%	SESUAI SPLN
117	1134	19.58	0.42	2%	SESUAI SPLN
118	1136	19.55	0.45	2%	SESUAI SPLN
119	1138	19.54	0.46	2%	SESUAI SPLN
120	1139	19.54	0.46	2%	SESUAI SPLN
121	1141	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
122	1143	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
123	1155	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
124	1159	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
125	1158	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
126	1156	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
127	1144	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
128	1146	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
129	1148	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
130	1149	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
131	1150	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
132	1153	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
133	1162	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
134	1548	19.53	0.47	2%	SESUAI SPLN
135	1164	19.5	0.5	3%	SESUAI SPLN
136	1165	19.5	0.5	3%	SESUAI SPLN
137	1167	19.48	0.52	3%	SESUAI SPLN
138	1168	19.46	0.54	3%	SESUAI SPLN
139	1171	19.39	0.61	3%	SESUAI SPLN
140	1174	19.38	0.62	3%	SESUAI SPLN
141	1176	19.35	0.65	3%	SESUAI SPLN
142	1178	19.35	0.65	3%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
143	1179	19.33	0.67	3%	SESUAI SPLN
144	1357	19.31	0.69	3%	SESUAI SPLN
145	1180	19.28	0.72	4%	SESUAI SPLN
146	1183	19.28	0.72	4%	SESUAI SPLN
147	1184	19.28	0.72	4%	SESUAI SPLN
148	1185	19.28	0.72	4%	SESUAI SPLN
149	1188	19.27	0.73	4%	SESUAI SPLN
150	1190	19.25	0.75	4%	SESUAI SPLN
151	1192	19.22	0.78	4%	SESUAI SPLN
152	1197	19.22	0.78	4%	SESUAI SPLN
153	1193	19.22	0.78	4%	SESUAI SPLN
154	1194	19.22	0.78	4%	SESUAI SPLN
155	1199	19.21	0.79	4%	SESUAI SPLN
156	1201	19.19	0.81	4%	SESUAI SPLN
157	1202	19.19	0.81	4%	SESUAI SPLN
158	1204	19.16	0.84	4%	SESUAI SPLN
159	1205	19.16	0.84	4%	SESUAI SPLN
160	1206	19.16	0.84	4%	SESUAI SPLN
161	1207	19.16	0.84	4%	SESUAI SPLN
162	1211	19.14	0.86	4%	SESUAI SPLN
163	1212	19.11	0.89	4%	SESUAI SPLN
164	1215	19.09	0.91	5%	SESUAI SPLN
165	1216	19.09	0.91	5%	SESUAI SPLN
166	1218	19.07	0.93	5%	SESUAI SPLN
167	1220	19.04	0.96	5%	SESUAI SPLN
168	1222	19.02	0.98	5%	SESUAI SPLN
169	1223	19	1	5%	SESUAI SPLN
170	1226	18.98	1.02	5%	SESUAI SPLN
171	1227	18.98	1.02	5%	SESUAI SPLN
172	1228	18.98	1.02	5%	SESUAI SPLN
173	1231	18.96	1.04	5%	SESUAI SPLN
174	1233	18.94	1.06	5%	SESUAI SPLN
175	1234	18.94	1.06	5%	SESUAI SPLN
176	1236	18.91	1.09	5%	SESUAI SPLN
177	1359	18.89	1.11	6%	SESUAI SPLN
178	1374	18.89	1.11	6%	SESUAI SPLN
179	1237	18.87	1.13	6%	SESUAI SPLN
180	1240	18.85	1.15	6%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
181	1241	18.85	1.15	6%	SESUAI SPLN
182	1243	18.83	1.17	6%	SESUAI SPLN
183	1244	18.81	1.19	6%	SESUAI SPLN
184	1245	18.79	1.21	6%	SESUAI SPLN
185	1246	18.77	1.23	6%	SESUAI SPLN
186	1247	18.75	1.25	6%	SESUAI SPLN
187	1248	18.74	1.26	6%	SESUAI SPLN
188	1249	18.72	1.28	6%	SESUAI SPLN
189	1257	18.7	1.3	7%	SESUAI SPLN
190	1258	18.7	1.3	7%	SESUAI SPLN
191	1259	18.7	1.3	7%	SESUAI SPLN
192	1262	18.66	1.34	7%	SESUAI SPLN
193	1263	18.64	1.36	7%	SESUAI SPLN
194	1266	18.62	1.38	7%	SESUAI SPLN
195	1267	18.62	1.38	7%	SESUAI SPLN
196	1269	18.62	1.38	7%	SESUAI SPLN
197	1270	18.6	1.4	7%	SESUAI SPLN
198	1273	18.6	1.4	7%	SESUAI SPLN
199	1274	18.6	1.4	7%	SESUAI SPLN
200	1275	18.6	1.4	7%	SESUAI SPLN
201	1278	18.6	1.4	7%	SESUAI SPLN
202	1279	18.57	1.43	7%	SESUAI SPLN
203	1368	18.57	1.43	7%	SESUAI SPLN
204	1288	18.56	1.44	7%	SESUAI SPLN
205	1289	18.56	1.44	7%	SESUAI SPLN
206	1371	18.55	1.45	7%	SESUAI SPLN
207	1372	18.55	1.45	7%	SESUAI SPLN
208	1291	18.53	1.47	7%	SESUAI SPLN
209	1292	18.53	1.47	7%	SESUAI SPLN
210	1293	18.53	1.47	7%	SESUAI SPLN
211	1281	18.52	1.48	7%	SESUAI SPLN
212	1282	18.51	1.49	7%	SESUAI SPLN
213	1296	18.5	1.5	8%	SESUAI SPLN
214	1297	18.5	1.5	8%	SESUAI SPLN
215	1299	18.5	1.5	8%	SESUAI SPLN
216	1300	18.49	1.51	8%	SESUAI SPLN
217	1303	18.47	1.53	8%	SESUAI SPLN
218	1307	18.47	1.53	8%	SESUAI SPLN

NO	BUS	TEGANGAN (Volt)	DROP TEGANGAN		KETERANGAN
			Volt	%inMag	
219	1304	18.46	1.54	8%	SESUAI SPLN
220	1308	18.46	1.54	8%	SESUAI SPLN
221	1305	18.45	1.55	8%	SESUAI SPLN
222	1309	18.45	1.55	8%	SESUAI SPLN
223	1369	18.45	1.55	8%	SESUAI SPLN
224	1306	18.44	1.56	8%	SESUAI SPLN
225	1310	18.44	1.56	8%	SESUAI SPLN
226	1315	18.44	1.56	8%	SESUAI SPLN
227	1316	18.43	1.57	8%	SESUAI SPLN
228	1317	18.43	1.57	8%	SESUAI SPLN
229	1318	18.42	1.58	8%	SESUAI SPLN
230	1319	18.42	1.58	8%	SESUAI SPLN
231	1320	18.42	1.58	8%	SESUAI SPLN
232	1321	18.41	1.59	8%	SESUAI SPLN
233	1329	18.41	1.59	8%	SESUAI SPLN
234	1330	18.41	1.59	8%	SESUAI SPLN
235	1332	18.41	1.59	8%	SESUAI SPLN
236	1331	18.4	1.6	8%	SESUAI SPLN
237	1337	18.4	1.6	8%	SESUAI SPLN

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	eprints.untirta.ac.id Internet Source	1 %
2	lp2m.unperba.ac.id Internet Source	1 %
3	journal.fortei7.org Internet Source	1 %
4	ejournal.unida-aceh.ac.id Internet Source	1 %
5	ejournal.unmus.ac.id Internet Source	<1 %
6	jurnal.fte.uniba-bpn.ac.id Internet Source	<1 %
7	elko.polnam.ac.id Internet Source	<1 %
8	ftuncen.com Internet Source	<1 %
9	jurnal.polinema.ac.id Internet Source	<1 %

10	ejournal.unkhair.ac.id Internet Source	<1 %
11	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
12	jurnal.umsb.ac.id Internet Source	<1 %
13	docplayer.info Internet Source	<1 %
14	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	<1 %
15	jurnal.poliupg.ac.id Internet Source	<1 %
16	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1 %
17	ejournal.poltekharber.ac.id Internet Source	<1 %
18	repo.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %
19	journal.admi.or.id Internet Source	<1 %
20	repository.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
21	stt-pln.e-journal.id Internet Source	<1 %

22	ejournal.seminar-id.com Internet Source	<1 %
23	journals.usm.ac.id Internet Source	<1 %
24	journal.eng.unila.ac.id Internet Source	<1 %
25	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
26	ejournal.itn.ac.id Internet Source	<1 %
27	ejournal.undar.or.id Internet Source	<1 %
28	Syukri Syukri, Teuku Murisal Asyadi, Muliadi Muliadi, Firwan Moesnadi. "Analisa Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang LS5 Gardu LSA 249", Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, 2022 Publication	<1 %
29	journal.uta45jakarta.ac.id Internet Source	<1 %
30	Kevin elvredo Banjar nahor, Osea Zebua, Lukmanul Hakim. "Penentuan Lokasi dan Kapasitas Kapasitor Bank pada Jaringan Distribusi Penyulang Americano untuk	<1 %

Meminimalkan Rugi-Rugi Daya dengan
Metode Grey Wolf Optimizer (GWO)",
Electrician : Jurnal Rekayasa dan Teknologi
Elektro, 2023

Publication

31

repository.uin-suska.ac.id

Internet Source

<1 %

32

text-id.123dok.com

Internet Source

<1 %

33

doaj.org

Internet Source

<1 %

34

123dok.com

Internet Source

<1 %

35

jurnal.ilmubersama.com

Internet Source

<1 %

36

Submitted to Universitas Islam Indonesia

Student Paper

<1 %

37

jurnal.untan.ac.id

Internet Source

<1 %

38

es.scribd.com

Internet Source

<1 %

39

ijeepse.id

Internet Source

<1 %

40

kuliahsembilkerja.info

Internet Source

<1 %

41	adoc.pub Internet Source	<1 %
42	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %
43	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %
44	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
45	etd.umy.ac.id Internet Source	<1 %
46	ejournal.ubhara.ac.id Internet Source	<1 %
47	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
48	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
49	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
50	www.ejournal.unkhair.ac.id Internet Source	<1 %
51	Submitted to Keimyung University Student Paper	<1 %
52	ejurnal.umri.ac.id Internet Source	<1 %

53	journal.nurulfikri.ac.id Internet Source	<1 %
54	motivection.imeirs.org Internet Source	<1 %
55	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
56	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
57	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
58	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	<1 %
59	Submitted to STT PLN Student Paper	<1 %
60	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	<1 %
61	Submitted to Universitas Islam Lamongan Student Paper	<1 %
62	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1 %
63	Frengki Surusa, Qurrotul Aini, Amelya Indah Pratiwi, Yasin Mohamad. "Analisis Susut Non Teknis Akibat Gangguan pada kWh Meter PT.	<1 %

-
- | | | |
|---|--|----------------|
| <div style="background-color: #008080; color: white; display: inline-block; width: 40px; height: 40px; text-align: center; line-height: 40px;">64</div> | <p>Nurhasana Nurhasana, Solmin Paembonan, Hisma Abduh. "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN ASISTEN LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) DI UNIVERSITAS ANDI DJEMMA", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025</p> <p>Publication</p> | <p><1 %</p> |
|---|--|----------------|
-
- | | | |
|---|--|----------------|
| <div style="background-color: #008000; color: white; display: inline-block; width: 40px; height: 40px; text-align: center; line-height: 40px;">65</div> | <p>Sutikno, Rita Novianti. "Model Peningkatan Kinerja Sumber daya Manusia Dinas Perhubungan Kabupaten Kotawaringin Barat", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2024</p> <p>Publication</p> | <p><1 %</p> |
|---|--|----------------|
-
- | | | |
|---|---|----------------|
| <div style="background-color: #8B4513; color: white; display: inline-block; width: 40px; height: 40px; text-align: center; line-height: 40px;">66</div> | <p>Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia</p> <p>Student Paper</p> | <p><1 %</p> |
|---|---|----------------|
-
- | | | |
|---|--|----------------|
| <div style="background-color: #8B4513; color: white; display: inline-block; width: 40px; height: 40px; text-align: center; line-height: 40px;">67</div> | <p>digilib.unila.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | <p><1 %</p> |
|---|--|----------------|
-
- | | | |
|---|--|----------------|
| <div style="background-color: #000080; color: white; display: inline-block; width: 40px; height: 40px; text-align: center; line-height: 40px;">68</div> | <p>el-03.blogspot.com</p> <p>Internet Source</p> | <p><1 %</p> |
|---|--|----------------|
-
- | | | |
|---|--|----------------|
| <div style="background-color: #800080; color: white; display: inline-block; width: 40px; height: 40px; text-align: center; line-height: 40px;">69</div> | <p>lib.ui.ac.id</p> <p>Internet Source</p> | <p><1 %</p> |
|---|--|----------------|
-

70	www.repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
71	Submitted to Universitas Muhammadiyah Purwokerto Student Paper	<1 %
72	Submitted to Universitas Bengkulu Student Paper	<1 %
73	doku.pub Internet Source	<1 %
74	Submitted to iGroup Student Paper	<1 %
75	www.neliti.com Internet Source	<1 %
76	Widayanto, Arif. "Implementasi digital konstruksi di era revolusi industri 4.0 menggunakan teknologi Augmented Reality untuk menentukan koordinat bangunan gedung", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023 Publication	<1 %
77	jurnal.unmuhjember.ac.id Internet Source	<1 %
78	pdfs.semanticscholar.org Internet Source	<1 %
	pustakailmu.id	

79	Internet Source	<1 %
80	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
81	vdocuments.site Internet Source	<1 %
82	Submitted to Hoa Sen University Student Paper	<1 %
83	akademik.unsoed.ac.id Internet Source	<1 %
84	core.ac.uk Internet Source	<1 %
85	ojs.unm.ac.id Internet Source	<1 %
86	qdoc.tips Internet Source	<1 %
87	www.repository.uigm.ac.id Internet Source	<1 %
88	Dhiraj Magare, Prasiddh Trivedi, Kedar V. Khandeparkar. "Photovoltaic Modules - Fundamentals, Modeling, Performance Analysis and Control", CRC Press, 2025 Publication	<1 %
89	digilib.isi.ac.id Internet Source	<1 %

90	dspace.lib.ntua.gr Internet Source	<1 %
91	journal.unilak.ac.id Internet Source	<1 %
92	jurnal.univrab.ac.id Internet Source	<1 %
93	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
94	Ida Ernawati. "Analysis of the Use of Insulated Conductors on 20 kV Primary Distribution Channels", JTECS : Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem dan Komputer, 2023 Publication	<1 %
95	Irma Rizky Aprillia, Irfan Fikri Akmalia, Diyah Ayu Wulandari, Sujito Sujito. "REKONFIGURASI SALURAN UDARA PADA PENYULANG JARINGAN TEGANGAN MENENGAH UNTUK MENGURANGI DROP TEGANGAN DI PT. PLN (PERSERO) ULP PACET", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024 Publication	<1 %
96	Randra Agustio Efryansah, Zulfatri Aini. "Analisis Kualitas Tahanan Isolasi Pada Transformator Dengan Preventive Maintenance di Gardu Induk Garuda Sakti",	<1 %

JURNAL AI-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI, 2023

Publication

97

electricalengineeringsoftware.wordpress.com

Internet Source

<1 %

98

ojs.unimal.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off